



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de  
Ocimum Basilicum para tratamiento de agua superficial del  
Río Lurín, Lima 2023**

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

**AUTORAS:**

Huarcaya Alcantara, Dayana Sthefany (orcid.org/0000-0002-9283-5077)

Melgarejo Ramirez, Pilar Rosario (orcid.org/0009-0005-2598-9753)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mi madre María Alcántara y mi hermano Leónidas Huarcaya, que siempre estuvieron conmigo en todo momento, apoyándome en etapas muy difíciles en mi vida, y seres queridos que siempre me dieron aliento a salir adelante.

Huarcaya Alcántara, D.

A dios, mis padres y a mis seres queridos que fueron mis motivos y fuerza para salir adelante, y poder dar lo mejor en mi día a día, logrando todos mis objetivos y poder darles un mejor futuro.

Melgarejo Ramírez, P

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas, que formaron parte de esta investigación, me apoyaron en cada etapa muy decisiva para poder culminar y salir adelante con mucho éxito. A dios por que nos brindó fortalezas para salir adelante, y no rendirnos en los momentos muy difíciles. Al Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo, por guiarnos en todo momento y a la Universidad Cesar Vallejo ser nuestra alma mater y formarnos como Ingenieras Ambientales.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra y muestro.....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos .....	34
3.7 Aspectos Éticos .....	34
IV. RESULTADOS .....	35
4.1. Resultados Descriptivos.....	35
4.2. Resultados Inferenciales .....	45
V. DISCUSION .....	51
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS .....	69

## Índice de tablas

Tabla 1. Validación de expertos.....	4
Tabla 2. Cantidad de muestra y reactivos para vasos de digestión.....	25
Tabla 3. Ciclo de agitación.....	32
Tabla 4. Características de los aglomerados de plata.....	35
Tabla 5. Remoción de Escherichia Coli según tratamientos.....	42
Tabla 6. Remoción de Coliformes totales según tratamientos.....	43
Tabla 7. Prueba de normalidad de las propiedades físicas.....	45
Tabla 8. Prueba de T-Student de las propiedades físicas.....	46
Tabla 9. Prueba de normalidad de las propiedades químicas.....	47
Tabla 10. Prueba de T-Student de las propiedades químicas.....	48
Tabla 11. Prueba de normalidad de Coliformes totales.....	49
Tabla 12. Prueba de T-Student de Coliformes totales.....	49
Tabla 13. Materiales y equipos.....	83
Tabla 14. Reactivos.....	85
Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables.....	87
Tabla 16. Matriz de Variables.....	88

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de bloques para el procedimiento del proyecto.....	16
Figura 2. Lugar de recolección de la muestra.....	17
Figura 3. Obtención de las muestras .....	17
Figura 4. Rotulación de la muestra .....	18
Figura 5. Traslado al laboratorio .....	18
<i>Figura 6. Zona del muestreo.....</i>	<i>19</i>
Figura 7. Resultados provenientes del multiparámetro.....	20
Figura 8. Pesado de reactivos .....	21
Figura 9. Pesado de sulfato de magnesio.....	21
Figura 10. Pesado de cloruro de calcio .....	22
Figura 11. Pesado de cloruro férrico.....	22
Figura 12. Solución de reactivos.....	23
Figura 13. Aforado de reactivos.....	23
Figura 14. Agitación de la mezcla.....	24
Figura 15. Incubación de la muestra.....	24
Figura 16. Mezclado de reactivos .....	25
Figura 17. Aforado en una fiola.....	25
Figura 18. Digestor de bloque.....	26
Figura 19. Lectura de resultados .....	26
Figura 20. Preparación de caldo.....	27
Figura 21. Presencia de colonias ( <i>Escherichia coli</i> ).....	27
Figura 22. Tubos con campana de Durham	28
Figura 23. Selección hojas de albahaca .....	29
Figura 24. Reducción de tamaño de las hojas.....	29
Figura 25. Reposo en un lugar oscuro.....	29
Figura 26. Filtración de principios .....	30
Figura 27. Pesado de nitrato de plata.....	30
Figura 28. Reposo bajo el sol .....	31

Figura 29. Se utilizo el multiparámetro (pH).....	31
Figura 30. Uso de la centrifuga .....	32
Figura 31. Prueba de jarras .....	33
Figura 32. Análisis los parámetros físicos, químicos y microbiológicos .....	33
Figura 33. Gráfico de la temperatura registrada según tratamiento .....	36
Figura 34. Gráfico de la conductividad eléctrica registrada según tratamiento ..	37
Figura 35. Gráfico de la turbidez registrada según tratamiento.....	38
Figura 36. Gráfico del Potencial de Hidrógeno registrado según tratamiento ....	39
Figura 37. Gráfico de DBO <sub>5</sub> registrado según tratamiento .....	40
Figura 38. Gráfico de DQO registrado según tratamiento .....	41

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023. En la metodología se sometió a prueba las dosificaciones de 1, 2, 4, 6, 8 y 10 g de partículas de plata en un test de jarras donde se empleó condiciones de operación de agitación rápida (290 RPM por 1 minuto), agitación moderada (120 RPM por 40 minutos) y agitación lenta (50 RPM por 30 minutos). Los mejores resultados con la dosis de 10g de partículas de plata, logrando en los parámetros físicos una temperatura de 18.3°C, conductividad eléctrica de 58.3 uS/cm, y turbidez de 15.2 NTU, en los parámetros químicos un pH de 8, el DBO<sub>5</sub> de 5.02 mg/L, y DQO de 29.77 mg/L, y en los parámetros microbiológicos la eliminación de *Escherichia coli* y la remoción del 99.99% de coliformes totales, quedando con 12.33 mg/L. En conclusión, el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* logró una eficiencia superior al 99% en el tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023.

**Palabras clave:** *Ocimum basilicum*, partículas , plata, jarras, agua superficial.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to determine the efficiency of the silver particle agglomerate synthesized with *Ocimum basilicum* extract for surface water treatment of the Lurín River, Lima 2023. The methodology tested the dosages of 1, 2, 4, 6, 8 and 10 g of silver particles in a jar test where operating conditions of rapid stirring (290 RPM for 1 minute), moderate stirring (120 RPM for 40 minutes) and slow stirring (50 RPM for 30 minutes) were used. . The best results with the dose of 10g of silver particles, achieving in the physical parameters a temperature of 18.3°C, electrical conductivity of 58.3 uS/cm, and turbidity of 15.2 NTU, in the chemical parameters a pH of 8, the BOD5 of 5.02 mg/L, and COD of 29.77 mg/L, and in the microbiological parameters the elimination of *Escherichia coli* and the removal of 99.99% of total coliforms, leaving 12.33 mg/L. In conclusion, the agglomerate of silver particles synthesized with *Ocimum basilicum* extract achieved an efficiency greater than 99% in the surface water treatment of the Lurín River, Lima 2023.

**Keywords:** *Ocimum basilicum*, particles, silver, jugs, surface water.

## I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso del tiempo, el recurso hídrico se ha visto impactado de distintas maneras debido a las constantes contaminaciones, ocasionando daños perjudiciales a la salud de los seres vivos, al ecosistema y al medio ambiente. A pesar de los grandes beneficios que proporciona el agua, no se cuida ni valora debidamente en distintos lugares del planeta, generando ciertas preocupaciones por la mala gestión de este vital recurso para el ser humano y más aún por el gran crecimiento de la población a nivel mundial que genera aguas residuales.

Según la UNESCO (2021) existió un crecimiento de la demanda global del agua trayendo como consecuencia una mayor cantidad de aguas residuales en todo el mundo. Indicando que un total del 80% de aguas servidas del mundo y más de 95% de los países en subdesarrollo, son desechadas al medio ambiente sin algún tratamiento. Lamentablemente estas descargas se diluyen filtrándose en los acuíferos, aguas subterráneas, lagos, etc., afectando evidentemente la calidad y disponibilidad del suministro de agua dulce. El MINAM (2018) detalló que existen 4 708 fuentes de orígenes contaminantes a nivel nacional, siendo las aguas residuales las que predominan con un total de 3365 fuentes de contaminación; de las cuales, los desechos de tipo doméstica alcanzan 1 931 fuentes, seguido de los vertimientos municipales alcanzando 881 fuentes.

Según Peña *et al.*, (2019), indicó que el vertimiento de las aguas residuales en los lagos, ríos, mares, etc., son consideradas como uno de los principales transmisores de virus, parásitos o bacterias. Debido a lo expuesto, se originó la necesidad de investigar, solucionar o disminuir esta problemática que requiere este lugar, generando la idea de innovar nuevas técnicas que permitan la disminución de contaminantes de manera eficiente y no represente una amenaza a la población o al medio ambiente. En esta tesis, se valoró el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, para la disminución de la *Escherichia coli* y Coliformes totales presentes en las aguas residuales en el río Lurín, de esta manera se realizó un tratamiento adecuado y así teniendo el alcance de aportar con las investigaciones

desarrolladas en el lugar.

La investigación se planteó como problema general: ¿Cuál es la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023?; y como problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*?; ¿Cuáles son las propiedades químicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*?; ¿Cuál es el porcentaje de remoción de la *Escherichia coli* una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*?; ¿Cuál es el porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*?

La justificación teórica, se enfocó en la aportación de generar nuevos conocimientos con respecto al tratamiento de aguas residuales, mediante el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, para mejorar la calidad de las aguas del río Lurín, así mismo correlacionándose con las distintas teorías de diferentes autores con el objetivo de dar soluciones a la problemática de la contaminación del agua. De este modo, en la justificación práctica, el cual consistió en la elaboración de aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* con el propósito de aplicarlas en el tratamiento de las aguas residuales del río Lurín, dando con ello una solución práctica al problema del agua contaminada. Asimismo, en el aspecto económico resultó muy práctico y viable, debido a la accesibilidad de su obtención para la generación de aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, ya que estas como elemento principal tiene a la albahaca que es una verdura que podemos encontrar muy fácil en mercados, bodegas, etc., por aquello se propuso este proyecto para que se pueda seguir implementando en distintos lugares y poder mejorar su calidad de agua. En el aspecto social, con este proyecto de investigación se estimó que en el futuro la población pueda mejorar su calidad de vida a la hora de tratar las aguas que

presentan un mayor índice de contaminantes biológicos, y de esta manera perjudicando su salud a la hora de utilizar este recurso hídrico que es apto para todos y por último dando mayor énfasis en el aspecto ambiental, con la implementación de aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, se trató los contaminantes biológicos que presenta las aguas del río Lurín, logrando un mejor impacto ambiental positivo y mejorar la calidad de vida de los seres vivos.

El objetivo general fue: Determinar la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023; los objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*; Determinar las propiedades químicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*; Identificar el porcentaje de remoción de la *Escherichia coli* una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*; Identificar el porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

La hipótesis general planteada fue: La eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023 fue superior al 90%, mientras que las hipótesis específicas fueron: Las propiedades físicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*; Las propiedades químicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*; El porcentaje de remoción de la *Escherichia coli* una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* fue eficiente; El porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* fue eficiente.

## II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a los datos internacionales sobre la obtención de las **partículas de plata**. Pardo *et al.* (2022), obtuvo partículas de plata mediante la síntesis de las hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*). En sus resultados se obtuvo una absorción de 389-418 nm aproximadamente, con un tamaño de 10nm de diámetro con una forma esférica. Concluyéndose que si se logró obtener partículas de plata y también se realizaron ensayos antimicrobianos con sepas microbianas. Según, Buendía *et al.* (2022), tuvieron como principal objetivo la obtención de partículas de plata utilizando las cáscaras de *Musa paradisiaca* (banana). Concluyendo que en la obtención de partículas de plata fueron sometidas a tratamiento de secado y lavado para luego ser caracterizados por las técnicas DRX y UV-Vis, generando una longitud de onda de 411 nm. Así mismo, Balbuena *et al.* (2018), lograron obtener partículas de plata del extracto de *Mentha piperita* (hierbabuena). De la cual se prepararon 5 soluciones, notándose un cambio en el color en las soluciones y luego de ello se hicieron mediciones de Espectrofotometría UV-visible, verificándose las características propias de las partículas. Obteniéndose rangos entre 400 y 470 nm.

Las **condiciones de operación**, son la base principal para la obtención de partículas de plata, que se lograron mediante la síntesis de las hojas de *Ocimum basilicum*, y teniendo como principal objetivo tratamiento del agua superficial del río Lurín. Según, Sanguineto *et al.* (2019), mediante la síntesis de extractos del hongo *Punctularia atropurpurascens* se logró obtener partículas de plata. Durante el procedimiento de reacción se verificó un incremento de absorbancia en un rango de 420-460 nm. Así mismo se resalta que se logró conseguir mejores resultados, cuando la temperatura de reacción es de 37°C y cuando se emplea 5g de AgNO<sub>3</sub>. Según, Rojas *et al.* (2017), utilizó nitrato de plata con glicol de etileno, para obtener partículas de plata. En su procedimiento se trabajó con tres temperaturas de 100°C, 120°C y 140°C. Además, se proporcionaron 3 relaciones de: 0.00 % w/w; 0.25 % w/w y 0.50 % w/w de PVP/AgNO<sub>3</sub>. Las partículas con menores tamaños de 30 nm se lograron obtener en condiciones de 0.5 (% w/w) y 120°C de PVP/AgNO<sub>3</sub>.

La **agitación** es un indicador muy importante ya que por medio de este

permitió la homogenización de los diferentes compuestos en el estudio, acompañado del **tiempo** y de esta manera poder obtener la síntesis de partículas de plata. Según, Hu *et al.* (2022), se concentró en la síntesis verde de nitrato de plata de agua de raíz de jengibre. El pico de resonancia de plasmón de superficie (SPR) de nitrato de plata fue de 428–443 nm. Los nitratos de plata biogénicos tenían aproximadamente 2 nm de tamaño con una forma esférica. En la relación aditiva de 3 mL DB15, 0,1 mL NaBH<sub>4</sub> y 0,1 mL nitratos de plata, las tasas de degradación de DB<sub>15</sub> (o DO<sub>26</sub>) a los 15 min, 30 min y 60 min fueron sólo del 1,8% (0,9%), 2,8% (1,4%) y 3,5% (1,6%). A sí mismo, Razali *et al.* (2022), obtuvo nitratos de plata mediante la síntesis de cáscara de *Ananas comosus* (piña). En sus resultados se tuvieron diferentes temperaturas (70°C, 80°C y 90°C) y pH (7, 8 y 9). Siendo la ideal de pH 9, el pico de resonancia de plasmón de superficie, para los nitratos de plata bio sintetizados fue de 425 nm, tratados a una temperatura de 90°C, mostrándose la temperatura óptima cuando exhibieron un pico de 420 nm. De la misma forma, Jin *et al.* (2022), indicó que, para optimizar la síntesis de nitratos de plata, se realizaron un total de 13 reacciones con las diferentes combinaciones de AgNO<sub>3</sub> (1–5 mM), extracto de planta (5–15% v/v) y tiempo de exposición a la luz (0–48 h). Los resultados de UVspectrum indicaron que los AgNP no se produjeron sin la exposición a la luz, mientras que la exposición a la luz significativamente desencadenó la producción de nitratos de plata. Mientras que, Echeverry *et al.* (2020), se logró obtener partículas de plata a partir de d-limoneno. Tuvieron estabilidad coloidal en concentración de d-limoneno del 3,93 %, cómo método regulador se utilizó ácido cítrico y citrato 0,48M, obteniendo un pH de 4,5.

Para el proceso de sinterización de las partículas de plata se deben evaluar las **propiedades físicas** las cuales influyen en la formación de las partículas. Según, Travieso *et al.* (2018), se obtuvo la síntesis de partículas de plata, a partir del proceso de hidrodestilación del aceite de *Thymus vulgaris L.* Sus resultados obtenidos se demostraron por medio del extracto evaluado, las cuales se identificaron por el proceso de espectrofotometría UV-VIS, arrojando un valor máximo de absorción a 470 nm, formándose un color marrón. Con respecto a la **granulometría** de las partículas de plata es de suma importancia

ya que estas pueden alcanzar tamaños pequeños a nivel micrómetros. Sharma *et al.* (2022), se obtuvo partículas de plata sintetizado del hongo endófito *Talaromyces purpureogenus*. La espectroscopia UV-Vis mostró picos agudos a 380-470 nm, lo que indica la presencia de plata metálica. En DLS, el tamaño promedio Z y el Pdl de los nitratos de plata sintetizados fueron de 240.2 nm y 0.720nm respectivamente. En conclusión, se encontró que el tamaño de los nitratos de plata era de 49,3 nm con una naturaleza cristalina. Por ello, Ballesteros *et al.* (2017), se estructuró fibras derivado de los desechos de plátano con partículas de peróxido de zinc. Los resultados que se obtuvieron en la microscopia electrónica de barrido, predominó el tamaño métrico siendo de 94 nm. Así mismo, Ahmad *et al.* (2022), obtuvo partículas de plata sintetizado de la hoja de *Prunella vulgaris*. Los resultados revelaron la forma esférica de las partículas con un tamaño medio de 2 a 20 nm, también se observó un cambio de color (rojizo a marrón oscuro) y los espectros UV-Visible de nitratos de plata mostraron una resonancia superficial de 430 nm. De la misma manera, Nguyen *et al.* (2018) menciona de la obtención de nitratos de plata, en el cual se utilizó el nitrato de plata y Goma Karaya, también de un agitador orbital con velocidad de 250 rpm, tiempo de 60 minutos y una temperatura de 45°C, se observó el cambio de color amarillo claro. La caracterización de nitratos de plata se examinó mediante el instrumento espectrofotómetro UV-VIS, obteniendo un tamaño de 5 nm.

Otro indicador es la **temperatura** es un indicador importante para la creación de partículas de plata, ya que por medio de esta los componentes que contiene los nitratos de plata irán reaccionando. Es por ello que, Sowmyya (2022), se utilizó la cáscara biodegradable de *Lagenaria siceraria* para la obtención de partículas de plata, En su procedimiento se utilizó la espectrofotometría UV-Visible y para la banda SPR se encontró a 420 nm, indicando la formación de partículas de plata isotrópicas esféricas de pequeño tamaño en el rango de tamaño de 10 a 50 nm. Por otra parte, González *et al.* (2021), se mostraron resultados en la bio-síntesis de partículas de plata a partir de la microalga *Chlorella sp.* En sus resultados una vez obtenido las partículas se verificó por espectroscopía ultravioleta – visible. Las partículas que se obtuvieron llegaron a presentar formas elipsoidales con

dimensiones de 87 nm x 123 nm y 108nm x 156 nm. De la misma manera, Cuervo *et al.* (2020), se obtuvo partículas de plata, con un tamaño de 6 nm a 100nm. En el cual se eligió un tamaño de 20 nm debido a que tiene mayor capacidad de reducción de microorganismos. Concluyéndose, que para la formación de partícula de plata se debe tener las siguientes condiciones: concentración de nitrato de plata a 0,13 M y la concentración de  $\text{Na}_3\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2$  (citrato de sodio) al 10 %, temperatura de 90°C.

Mientras que con la **humedad** indicador para la formación de las partículas de plata. Musere *et al.* (2021), utilizaron *Pennisetum glaucum* para obtener nitratos de plata. Los resultados como de espectroscopía UV-visible que mostraron las partículas arrojó un pico de 430 nm, la microscopía electrónica de transmisión y barrido, se mostró la forma esférica representativa de nitratos de plata, finalizando con la obtención de un tamaño medio de 17 nm. Además, Kong *et al.* (2021), extrajeron las hojas de *Cannabis sativa* y de esta manera poder obtener nitratos de plata. En su obtención se empleó 0.1 L de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), con una concentración de  $1 \times 10^{-3}$  M y 0.2 L extracto de hoja de *C. sativa*. Esta mezcla que se generó permaneció por un tiempo de 12 horas a temperatura ambiente. Los resultados de la caracterización indicaron que el tamaño promedio de las partículas es de 11.5 nm, y su distribución del tamaño estuvo en rangos de 8 a 15 nm y alcanzando una forma esférica. Además, Esquivel & Mas (2021), indican que mediante una revisión literaria realizada muestran que la obtención de partículas de plata presenta una distribución de tamaño entre 6-60 nm.

Durante el proceso de sintetizado de las partículas de plata se deben evaluar las **propiedades químicas** las cuales influyen en la formación de las partículas, teniendo a unos de sus principales indicadores para la formación de estas que sería el **pH**. Según, Ebrahimi *et al.* (2022), se obtuvieron partículas de plata y cloruro de plata (Ag / AgCl NP) sintetizado de la fruta de *Syzygium cumini*. Se determinaron las condiciones óptimas: pH = 7.0, la cantidad del extracto de hoja = 3.0 mL, concentración de iones de plata = 1.0 mM, temperatura = 60°C y tiempo de incubación = 40 min. Barrientos *et al.* (2019), se reporta la obtención de partículas magnéticas de plata y magnetita (Ag/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Las partículas de magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), resultaron esféricas con un diámetro medio de 10 nm y el

compuesto de plata (Ag) con un tamaño medio de 28 nm. De la misma manera, Melkamu *et al.* (2022), se obtuvo partículas de plata utilizando extractos de hoja acuosa de *Ocimum sanctum L.* Dando como resultados un cambio de color amarillo a marrón oscuro y un máximo de absorción a 460 nm proporcionaron evidencia para la síntesis de nitratos de plata. La síntesis máxima de nitratos de plata se logra con 1 mL de extracto de hoja acuosa al 5%, 1 mM de AgNO<sub>3</sub> y un período de incubación de 2,5 h. El tamaño promedio de nitratos de plata fue de 22 nm. Así mismo, Kumar *et al.* (2022), se obtuvo partículas de plata sintetizadas de las hojas de chirimoya. El análisis espectral UV/Visible reveló el pico de absorbancia más alto a 419 nm. Además, el tamaño se calculó entre 23 y 74 nm. El material biogénico también mostró una fuerte actividad antibacteriana contra todos los patógenos bacterianos probados.

Luego de que se logró obtener las partículas de plata y se evaluaron sus indicadores, se aplicaron en las aguas contaminadas para la reducción de los **contaminantes biológicos**, siendo los microorganismos los que predominan y se deben de tomar más importancia para su reducción y de esta manera mejora la calidad de estas aguas. Así mismo, indicando sus parámetros del agua para saber el tratamiento del agua, esto se dio por medio de la evaluación preliminar y final de cada indicador que tiene el agua. Según, Das & Bhuyan (2019), se describe la síntesis verde de partículas de oro y partículas de plata utilizando extracto acuoso de cáscara de fruta de *Solanum melongena L.* Para nitratos de plata, los valores respectivos fueron 92,4 nm, 0,159 y -20,4 mV. nitratos de plata mostró fuerte propiedad antibacteriana contra *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus amyloliquefaciens* y *Escherichia coli*. A sí mismo, Abo-El-Yazid *et al.* (2022), detallan que para optimizar la síntesis de nitratos de plata, en los resultados de UVspectrum indicaron que las nitratos de plata fue esencial exponerlas al sol para su obtención. Añadiendo que el ST PLF- nitratos de plata inhibió el crecimiento bacteriano más alto que los PLF- nitratos de plata con MIC de 2.86±0.39, 1,95±0,24 µg/mL para la *Escherichia coli* y *Salmonella entérica*.

En la literatura dentro del **contexto nacional**, Feijoo (2018), tuvieron como objetivo principal la disminución de microorganismos mediante las partículas de plata sintetizadas de *Rosmarinus officinalis*, se midieron las primeras concentraciones, teniendo 540 NMP/100mL para coliformes totales y

240 NMP/100mL para *Escherichia coli*. El tamaño de la partícula obtenida fue de 55.6 nm y una polidispersión de 0.094, esto se realizó a una temperatura de 50° C. Además, Real (2019), tuvieron como objetivo principal la obtención de partículas de plata sintetizadas del extracto de *Petroselinum crispum* (perejil), obteniendo resultados con un tamaño de 24.25nm y 0.192 de polidispersión y mencionando el cambio de color a un color marrón a la hora de su obtención. Según Peña & Quispe (2022), tuvieron como objetivo obtener partículas de plata sintetizadas del *Agave americana*, indicando que se usó de 0.001 M de nitrato de plata. La síntesis de nitratos de plata se realizó a 55°C a 300 rpm, el tiempo de reacción fue de 5 minutos, observándose la variación de color. Se obtuvo mejores resultados en el tratamiento de aguas, aplicando una dosis de 10 mL de nitratos de plata en un tiempo de 75 minutos se logró reducir el 88% de la turbidez, el 76% de la demanda química de oxígeno, 40% de la demanda biológica de oxígeno, sólidos totales en 78%, sólidos disueltos en 81%, sólidos suspendidos totales en 68% y coliformes totales al 100%, mejorando con ello la calidad de las aguas.

A sí mismo, Orizano (2018), tuvo la finalidad de obtener partículas de plata sintetizado con el sustrato del *Cinnamomum camphora* (alcanfor). Teniendo como resultados un tamaño aproximado de 37 nm. Así mismo, se manejaron cuatro dosis diferentes que fueron de 0.5mL, 1.5mL, 7mL y 10mL, estos fueron evaluados en diferentes tiempos, en las primeras tres horas evaluadas se evidencio una reducción de los coliformes totales considerable, en el segundo tiempo que fue de 12 horas se comprobó la reducción y este se siguió presentándose. Pero en el tercer tiempo empleado de 24 horas se evidencia la reducción notablemente. Según, Tafur (2019), las partículas de plata son partículas microscópicas con características oxidantes que tienen tamaños óptimos entre 1 a 100 nm. Con tres repeticiones, y la de partículas de plata con tres dosis diferentes de aplicación las cuales fueron de 1 mL, 10mL y 20 mL, y tres repeticiones cada una. Para finalizar Albuja Quispe (2018), detallan que, para la obtención de partículas de plata, se hicieron en 3 dosis diferentes (0.5, 0.7 y 0.9 g/L) a velocidades de agitación (20, 30 y 40 rpm), el estudio fue realizado a nivel laboratorio para analizar la disminución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mencionados anteriormente. El tratamiento que

permitió la mayor eficiencia en la reducción de ( $\text{DBO}_5$ , DQO y *Escherichia coli*) fue (0.7 mg/L a 20 rpm) reduciendo en (56.88 %, 69.07 % y 100%). Para finalizar, Talavera *et al.* (2018), la creación de un filtro que contiene partículas de plata, el cual fue aplicado en una fuente de agua para consumo humano, y de esta manera poder eliminar los aniones y bacterias que se encuentran presentes. Teniendo como resultados la reducción de un 82,13% de conductividad, sulfatos 84.48%, cloruros 93,93%, y llegó a remover significativamente los coliformes totales.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El enfoque de la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se analizó la eficiencia que tiene el aglomerado de partículas de plata por medio del tratamiento del agua superficial del río Lurín, teniendo como finalidad resolver a la problemática del proyecto de investigación. De acuerdo con Castro (2022), el enfoque cuantitativo tiene como prioridad a lo que se puede cuantificar y observar, asimismo este utiliza como metodología el carácter analítico y empírico, ya que los datos del análisis se realizan con pruebas estadísticas. Tomando una secuencia y forma probatoria, generando y delimitando variedades de objetivos e hipótesis, mediante el método estadístico generando como desenlace a las conclusiones.

La investigación corresponde al tipo aplicada, nivel explicativo, porque explica las diferentes causas del estudio en distintas etapas generando resultados de causa y efecto; asimismo, plantea hipótesis en las cuales son sometidas a prueba (Bagur *et al.*, 2021). También el estudio es de corte transversal, debido a que la variable se medirá en distintos tiempos porque la información se recopila en un momento determinado o en el transcurso de un periodo corto, obteniéndose un antes y después de las muestras originadas. Con relación a lo antes mencionado, Rodríguez (2022), nos dice que el estudio explicativo, responde las diferentes causas que se plantea en el proyecto con respecto a las variables.

El diseño de la investigación fue experimental, con un modelo cuasi experimental ya que se realizó un muestreo por conveniencia en el río Lurín, la cual fue analizada en el laboratorio siendo tratada con el aglomerado de partículas de plata, debido a ello la investigación presento tipo con pre y post prueba. Asimismo, Zazueta & Velarde (2022), explica que un diseño experimental es el que evalúa muchas veces a la variable independiente y de esta manera identificar los diversos cambios que realiza a la variable dependiente en situaciones de control, y del modelo cuasi experimental ya que

se realizara una extracción de muestras aleatoria en el río Lurín.

### **3.1 Variables y operacionalización**

Para desarrollar este proyecto de investigación se utilizaron las siguientes variables:

**Variable Independiente:** Aglomerado de partículas de plata, la cual se conformó por las propiedades físicas, propiedades químicas, y condiciones de operación, las cuales mediante sus indicadores nos generó la formación de partículas para luego tratar las aguas superficiales del río Lurín.

**Variable dependiente:** Tratamiento del agua superficial del río Lurín, se dio por la gran cantidad de microorganismo biológicos que se encuentran en ella afectando su calidad y esta fue evaluado mediante las propiedades físicas, propiedades químicas y la eficiencia en el tratamiento.

### **3.2. Población, muestra y muestro**

#### **3.1.1 Población:**

La población estuvo conformada por aguas del río Lurín, debido a que se evaluaron las aguas contaminadas que esta posee y así mismo éstas fueron remediadas mediante la aglomeración de partículas de plata sintetizadas por las hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*). Según, Avalor (2022), es el conjunto de distintas composiciones que se obtienen durante una investigación, delimitando las características que corresponden, de acuerdo al tipo de problema que ésta representa.

#### **3.1.2 Muestra:**

La muestra estuvo compuesta por 20 litros del agua, siendo ejecutado mediante la medición de variables y la observación. Por ello, la muestra fue en un área aleatoria del río Lurín, que será evaluada en distintas etapas del estudio, obteniendo sus parámetros químicos, físicos y biológicos, antes de ser sometida a la aglomeración de partículas de plata y después para poder observar sus reducciones de los contaminantes encontrados (Bedoya Rodas, 2022).

#### **3.3.3. Muestreo:**

El muestreo que se realizó es de tipo no probabilístico, de tipo por conveniencia debido a la facilidad para la obtención de la muestra a la hora de realizar el muestreo de aguas en el río Lurín. De manera que se utilizó el

muestreo no probabilístico a conveniencia debido a que los investigadores consideran diferentes factores como el tiempo de la obtención de la muestra, el costo, su efectividad y la disponibilidad, etc. (Seid & Cuello, 2021).

### **3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el desarrollo de la tesis, para realizar la obtención de la aglomeración de partículas de plata se usó la técnica de observación, ya que nos ayudó a obtener los datos en el laboratorio por medio de la obtención de las muestras que se analizaron en un pre y post pruebas. Para el planteamiento del objeto de estudio se dio mediante la técnica de la observación, la cual se emplea para obtener información, como las entrevistas de manera presencial, cuestionarios, entrevistas por llamada telefónica, observación, etc. (Cereghino, 2022).

Para la realización de la tesis se empleó como instrumento de recolección de datos, fichas que fueron extraídas de los indicadores y dimensiones de las dos variables originadas, y con ello logrando evaluar la obtención de datos. Para recolectar datos uno de los métodos más utilizados son los instrumentos, los cuales permiten recopilar información y de esta manera se conseguirá relacionar con los objetivos de la investigación. (Barrientos, 2022). A continuación, se menciona las fichas utilizadas en el proyecto de investigación:

Ficha 1: Análisis de los parámetros físicos y químicos del aglomerado de partículas de plata a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*, de las cuales se obtuvo información como la granulometría ( $\mu\text{m}$ ), Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Humedad (%), pH (Unidad del pH).

Ficha 2: Condiciones de operación para la obtención del aglomerado de partículas de plata a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*, de las cuales se obtuvo información como las características que presentan el Tiempo (minutos) y la Agitación (rpm).

Ficha 3: Porcentaje de los microorganismos reducidos mediante la aplicación del aglomerado de partículas de plata siendo la *Escherichia coli* (NMP/100mL) y Coliformes totales (NMP/100mL).

Ficha 4: Análisis de las propiedades fisicoquímicas que presenta las aguas del río Lurín para su tratamiento al momento de utilizar del aglomerado de partículas de plata fueron, Volumen de muestra (L), Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), DBO5

(mg/L), DQO (mg/L), pH (Unidad de pH) y Conductividad (uS/cm) y Turbidez (NTU).

Para asegurar la coherencia interna del proyecto, el instrumento fue validado por expertos con amplio conocimiento sobre la investigación y las variables. Por otra parte, el instrumento fue evaluado en base a diez criterios: claridad, objetividad, actualidad, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia, las cuales se presentan con valores de 40-65 (no aceptable), 70 -80 (mínimo aceptable) y de 85 – 100 (aceptable).

**Tabla 1.**

*Validación de expertos*

<b>Especialistas</b>	<b>Profesión</b>	<b>CIP</b>	<b>Promedio de evaluación</b>
Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Ing. Industrial	89972	90%
Holguín Aranda, Luis Fermín	Ing. Ambiental	111611	90%
Mogollón Mendoza, Gianmarco	Ing. Ambiental	200348	90%
Promedio total de validación			90%

La confiabilidad es la consistencia de los puntajes obtenidos de los diferentes cuestionarios del presente proyecto, guiado por los expertos que evaluaron el instrumento, midiéndose así de manera consistente. Por lo tanto, el programa SPSS puede ser una herramienta de investigación que analizara todos los datos obtenidos y realizara un análisis estadístico que se concretara durante el desarrollo del trabajo de investigación.

### **3.3 Procedimientos**

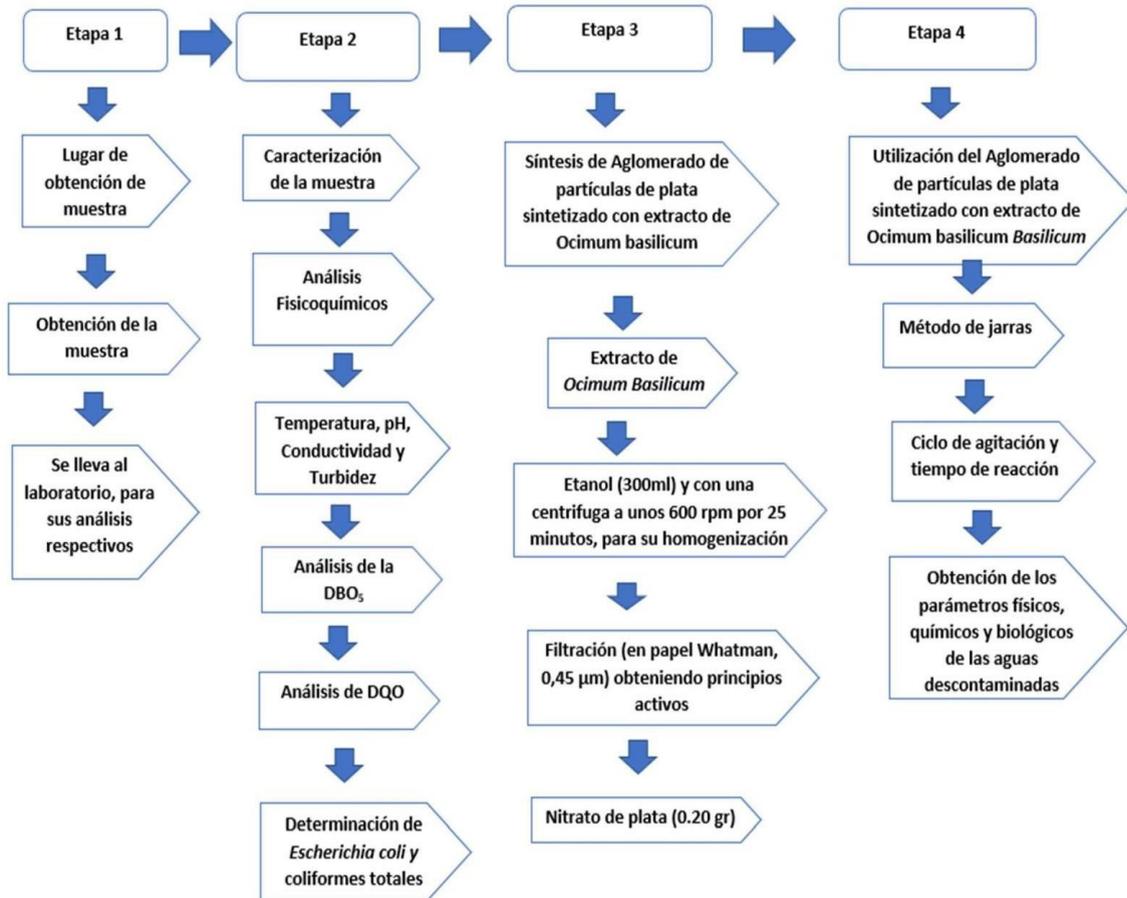
En esta investigación se realizó la síntesis de las hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*) para la obtención del aglomerado de partículas de plata, con el fin de poder realizar el tratamiento de las aguas superficiales del río Lurín, las cuales se encuentran contaminadas con microorganismos (*Escherichia coli* y coliformes totales) y de esta manera poder mostrar un mejor impacto ambiental positivo, mejorando la calidad de vida de los seres humanos y el medio ambiente.

Por ello, se elaboró un flujograma para detallar el procedimiento, de la elaboración del aglomerado de partículas de plata a partir de la síntesis de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*), para luego ser aplicado en las aguas del río

Lurín, y de esta manera poder tratar los microorganismos que se encuentren en dicho lugar. Así mismo, se nombrarán los materiales y equipos que se usarán durante la creación del aglomerado de partículas de plata

**Figura 1.**

*Diagrama de bloques para el procedimiento del proyecto*



## Etapa 1: Ubicación de la muestra

Para la obtención de la muestra se realizó en el caudal del río Lurín representado en la **Figura 2**, específicamente a la altura del puente Lurín, ubicado en la antigua panamericana Sur 14, Pachacamac 15823 – Lurín, con coordenadas 8644779.90 m Norte, 293904.03 m Este, Zona UTM 18L.

### Figura 2.

*Lugar de recolección de la muestra*



Una vez que se conoce el lugar del muestreo se procedió a su obtención, el cual en la **Figura 3** mostró el procedimiento de la recolección de la muestra, donde se consideró la guía técnica del procedimiento de toma de muestras del agua (RM N° 553- 2010/MINSA). Se introdujo en un recipiente de material plástico con capacidad de 1 litro, a una profundidad de 30cm de la superficie y llenando el frasco hasta 1/3 de su capacidad y luego tapar.

### Figura 3.

*Obtención de las muestras*



Luego se procedió a codificar las muestras representado en la **Figura 4**, llenando los datos en la rotulación de cada frasco, como la hora y fecha del muestreo, identificación de la muestra, y las iniciales de la persona que realizaron

el muestreo, y de esta manera identificar los parámetros a los cuales se van a destinar para su evaluación.

#### **Figura 4.**

*Rotulación de la muestra*



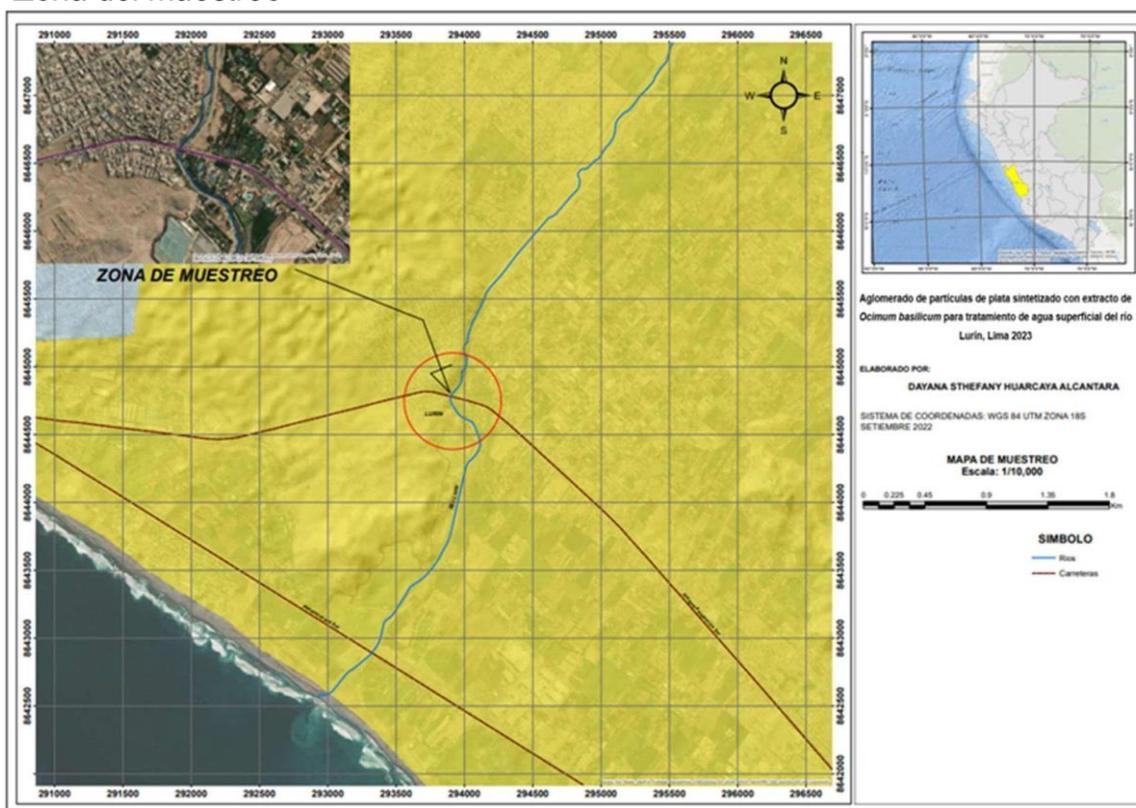
En la **Figura 5**, se observó como las muestras fueron introducidas en un cooler acompañado de un gel refrigerante, el cual tuvo la función de mantenerlos una temperatura de 4°C, y de esta manera no alterar los parámetros, los cuales fueron conducidos al laboratorio de manera inmediata. Cabe resaltar que este paso no debe de exceder las 6 horas de la toma de muestra hasta su respectivo análisis.

#### **Figura 5**

*Traslado al laboratorio*



**Figura 6.**  
*Zona del muestreo*



## **Etapas 2: Caracterización de la muestra (agua contaminada del río Lurín)**

La muestra del agua del río Lurín una vez llevados al laboratorio, se analizó sus propiedades fisicoquímicas, como temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{DQO}$  ( $\text{mg/L}$ ),  $\text{pH}$  y Conductividad eléctrica ( $\text{uS/cm}$ ), de esta manera logrando conocer la calidad del agua, también se observó y cuantifico los parámetros biológicos presentes en la muestra, como Coliformes totales y *Escherichia coli*, para aplicar los aglomerados de partículas de plata sintetizadas con hojas de *Ocimum basilicum*, observándose la reducción de todos los parámetros y consiguiendo la mejora de la calidad del agua.

### **Paso 1: Análisis Fisicoquímicos**

Se utilizó el multiparámetro de mesa (HANNA) modelo EDGE, un vaso precipitado de 250mL y agua destilada, tomándose una muestra de 200mL, para su respectivo análisis.

La temperatura registrada fue de  $19.5^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}$  de 8.85, conductividad eléctrica de  $176.6 \text{ uS/cm}$  y turbidez de 100 NTU.

**Figura 7**  
*Resultados provenientes del multiparámetro*



**Paso 2. Análisis de la DBO<sub>5</sub>**

Para la demanda biológica de oxígeno se preparó los siguientes reactivos:

**1. Solución amortiguadora o buffer**

**Figura 8.**

*Pesado de reactivos*



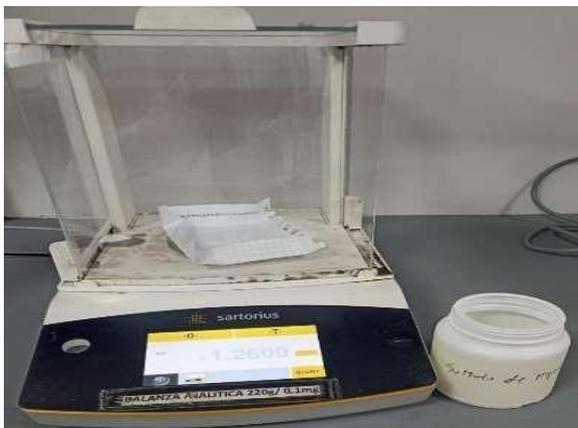
Los reactivos se pesaron utilizando una balanza analítica (OHAUS): fosfato de mono potásico (0.43 g), fosfato dipotásico (1.08 g), fosfato disódico di hidratado (3.61 g), cloruro de amonio (0.85 g), mostrado en **Figura 8**. Luego se mezclaron en una fiola diluyéndose con agua destilada hasta los 50 mL.

**2. Solución de sulfato de magnesio**

El sulfato de magnesio se pesó utilizando una balanza analítica (OHAUS) 1.125g, el cual se diluye con agua destilada en una fiola hasta los 50 mL.

### **Figura 9.**

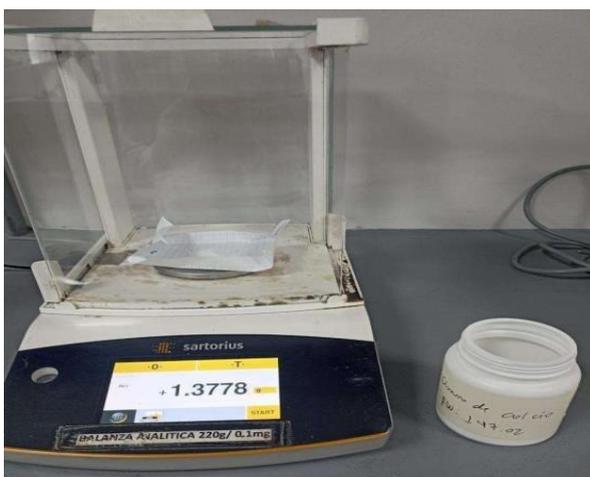
#### ***Pesado de sulfato de magnesio*** **3.Solución de cloruro de calcio**



El cloruro de calcio se pesó utilizando balanza analítica (OHAUS) 1.38 g, el cual se diluye con agua destilada en una fiola hasta los 50 mL.

### **Figura 10.**

#### ***Pesado de cloruro de calcio***

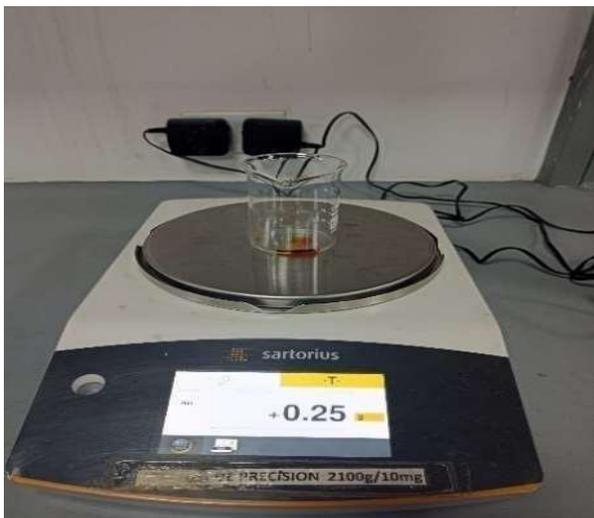


#### **4.Solución de cloruro férrico**

El cloruro férrico se pesó utilizando balanza analítica (OHAUS) 0.25 g, el cual se diluye con agua destilada en una fiola hasta los 100 mL.

### Figura 11.

*Pesado de cloruro férrico*



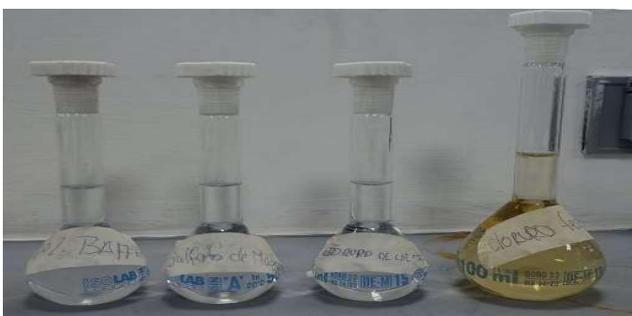
### Reconocimiento de muestra de agua del río Lurín:

Se procedió a verificar el grado de contaminación de la muestra de agua a través de sus características físicas como el olor y el color para las diluciones respectivas.

1mL: Altas concentraciones. 10mL: Bajas concentraciones.

### Figura 12.

*Solución de reactivos*



En una fiola de 1000 mL se colocaron los siguientes reactivos: Solución amortiguadora o buffer 2 mL, Solución de sulfato de magnesio 2 mL, Solución de cloruro de calcio 2 mL y Solución de cloruro férrico 2 mL.

### Figura 13.

*Aforado de reactivos*



Agitar y llevar la solución a los frascos winkler evitando que se queden burbujas dentro del frasco.

**Figura 14.**

*Agitación de la mezcla*



Se realizó la lectura de uno de los frascos y el otro fue llevado a una incubadora a 21°C durante 5 días y luego se obtuvo los resultados.

## Figura 15

*Incubación de la muestra*



Paso 3. Análisis de DQO

Para la demanda biológica de oxígeno se preparó los siguientes reactivos:

### **Solución de digestión**

En una fiola de 100 mL, se mezcló 2.0432 g de dicromato de potasio previamente secado a 103 °C por dos horas, conjuntamente con 33.4mL de ácido sulfúrico y con 3.3 g de sulfato de mercurio.

## Figura 16

*Mezclado de reactivos*



### **Solución de ácido sulfúrico**

Se preparó 0.55 gramos de sulfato de plata en una fiola de 100mL enrazado con ácido sulfúrico puro.

**Figura 17.**

*Aforado en una fiola*



**Tabla 2.**

*Cantidad de muestra y reactivos para vasos de digestión*

Vaso de digestión	Muestra (mL)	Solución de digestión (mL)	Reactivo ácido sulfúrico (mL)	Volumen total final (mL)
Ampolla estándar de 10 mL	2.5	1.5	3.5	7.5

Se colocaron los tubos en un digestor de bloque a 150 °C y se sometió a reflujo durante 2 horas

**Figura 18.**

*Digestor de bloque*



Luego se dejó enfriar a temperatura ambiente y se procedió a leer los resultados de la siguiente manera, poniendo la muestra en blanco y la muestra contaminada.

**Figura 19.**

## Lectura de resultados

### Paso 4: Determinación de *Escherichia coli* y coliformes totales



Se realizó el caldo lauril sulfato de sodio (CLSS), luego se le añadió 20 mL de muestra, dejando incubar a 37 °C durante 24 a 48 h. Posteriormente a la incubación se sembró con asa bacteriológica de los tubos que dieron positivos (producción de gas) en el caldo lactosa verde brillante bilis 2% y caldo EC, como se observa en la (**Figura 20**).

Seguidamente, se cultivó en tubos de 10mL de dos a tres asadas el Caldo Lactosa verde brillante bilis 2%, y se incubo a 37 °C durante 24 a 48 h.

Por último, se cultivó en tubos de 10mL de dos a tres asadas con Caldo EC, y se incubo a 44.5 °C durante 24 a 48 h. Además de que se realizó la siembra de tubos positivos en placas de Agar **EMB** para la búsqueda de *Escherichia coli*.

#### **Figura 20.**

*Preparación de caldo*



Primer tubo de doble concentración se observó muy poco gas y turbio. Segundo tubo de doble concentración se observó presencia de gas y turbidez. Tercer tubo de doble concentración se observó presencia de gas y turbidez.

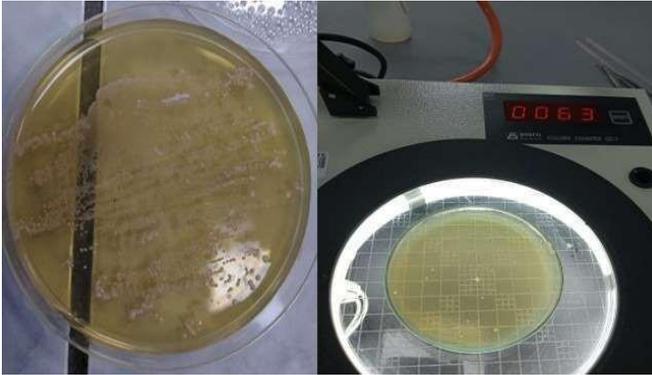
#### **Prueba confirmativa para *Escherichia coli***

Se tomó con el asa bacteriológica cada uno de los tubos positivos en caldo

EC y se sembró por estría cruzada en placas de agar McConkey, los tubos que demostraron la presencia de gas en la prueba confirmativa. Además, se incubó las placas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$  durante  $24 \pm 2$  h., y luego se observó la presencia de colonias (**Figura 21**).

**Figura 21.**

*Presencia de colonias (Escherichia coli)*

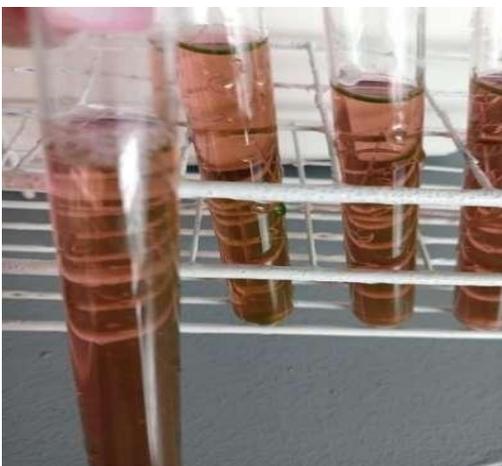


**Prueba confirmativa de microorganismos coliformes totales**

Se transfirió con el asa bacteriológica 2 a 3 veces a cada tubo positivo, obtenido durante la prueba presuntiva caldo EC, y luego a otro tubo de 16 x150 mm que contiene caldo de bilis verde brillante, con campana de Durham. Después se procedió agitar los tubos para su homogeneización y su incubación a  $35 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 24 a 48 h. Finalizando con el registro de los tubos positivos, donde se observa turbidez y producción de gas después de un período de incubación de 24 a 48 h. Observándose turbidez y producción de gas, con ello la prueba se considera positiva (**Figura 22**).

**Figura 22.**

*Tubos con campana de Durham*



### **Etapa 3: Síntesis del aglomerado de partículas de plata de *Ocimum basilicum***

Para el extracto de la planta de *Ocimum basilicum* que favorece el tratamiento de reducción de los contaminantes biológicos encontrados en el río Lurín, y para la generación del aglomerado de partículas de plata, se siguió los siguientes pasos:

#### **Paso 1.**

Se inicio con la recolección de las hojas de *Ocimum basilicum*, luego se eligieron las hojas que presentaran mejor estado (**Figura 23**). Las cuales se lavaron y se desinfectaron con una solución de agua destilada durante 5 minutos, retirándose las raíces y secándose una por una de manera manual.

#### **Figura 23**

*Selección hojas de albahaca*



Luego se realizó la reducción del tamaño con la ayuda del mortero triturando 100g de hojas de albahaca aproximadamente por 15 minutos, el extracto obtenido se le añadió 300ml de etanol (**Figura 24**), en seguida se llevó la muestra al agitador magnético durante 25 minutos a 600 rpm para su homogenización.

**Figura 24.**  
*Reducción de tamaño de las hojas*



Terminando con el almacenamiento en un recipiente, prefiriendo en un material que sea de vidrio, dejándose reposar en un lugar oscuro (**Figura 25**), a temperatura ambiente durante 24 horas.

**Figura 25.**  
*Reposo en un lugar oscuro*



**Paso 2.**

Después, de que la muestra estuvo en reposo se filtró en papel (Whatman, 0,45  $\mu\text{m}$ ) para la obtención de los principios activos (**Figura 26**).

**Figura 26.**

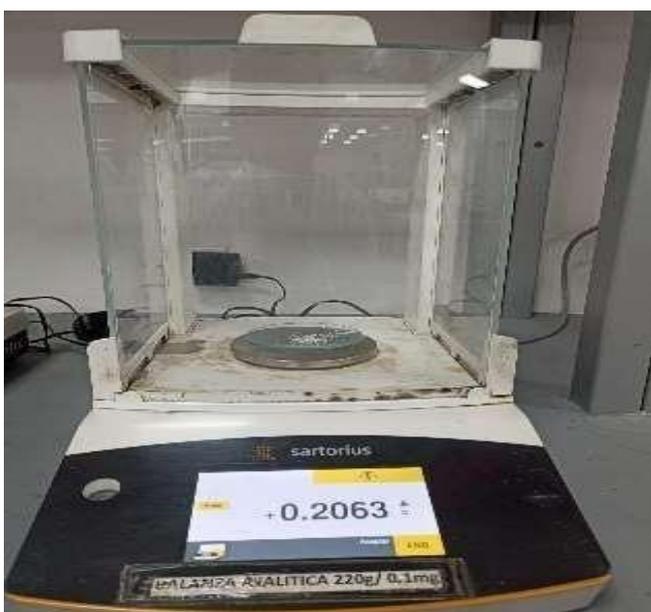
### Filtración de principios



Por otro lado, se pesó 0.20 g de nitrato de plata (**Figura 27**), para ser combinado con 50 ml de agua destilada, moviéndose por 5 minutos para su completa homogenización.

### Figura 27.

*Pesado de nitrato de plata*



Posteriormente en otro recipiente de vidrio se depositaron las soluciones del extracto de *Ocimum basilicum* con la del nitrato de plata obtenido recientemente, mezclándose por unos 10 minutos y luego de ello se dejó reposar en el sol, hasta que tome un color marrón rojizo (**Figura 28**).

### Figura 28.

*Reposo bajo el sol*



### Paso 3.

Luego se procedió a calibrar el pH del extracto, hasta llevarlo a 8 (indicando un bajo porcentaje de alcalinidad en la solución).

### Figura 29.

*Se utilizo el multiparámetro (pH)*



Por aproximadamente 1 hora y con ayuda de las centrifugas se obtuvo los sedimentos del aglomerado de partículas de plata (**Figura 30**), esto dando como siguiente paso la obtención del aglomerado de partículas de plata, sintetizadas de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*).

### Figura 30.

## Uso de la centrifuga

### Etapa 4: Utilización del aglomerado de partículas de plata de *Ocimum*



*basilicum* en la muestra.

#### Paso 1: Método de Jarras

Después de haber obtenido el aglomerado de partículas de plata, se aplicaron para el tratamiento de las aguas superficiales del río Lurín mediante la técnica de jarras, la cual consistió en una serie de seis vasos precipitados de 2000 mL, donde en cada uno fue introducido 1000 mL de las aguas contaminadas del río Lurín, así mismo, se le añadió 1g, 2g, 4g, 6g, 8g y 10g de aglomerados de partículas de plata de *Ocimum basilicum*, en cada jarra respectivamente (**Figura 33**), esta prueba se realizó en tres tiempos:

**Tabla 3.**

*Ciclo de agitación*

CICLO DE AGITACION	TIEMPO (min)
290 RPM	1 min
120 RPM	40 min
50 RPM	30 min

**Figura 31.**

*Prueba de jarras*



**Paso 2:**

Finalizando con la sedimentación de las jarras, dando paso al análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (**Figura 34**), y de esta manera poder compararlos con los resultados obtenidos en un principio, así mismo con la obtención de los parámetros de otros autores, obteniendo la eficiencia del aglomerado de partículas de plata. De esta manera dando concluido, con el tratamiento de las aguas superficiales del río Lurín, mediante la aplicación del aglomerado de partículas de plata.

**Figura 32.**

*Análisis los parámetros físicos, químicos y microbiológico*



### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos del proyecto fueron descriptivos, debido a la recolección que se realizó mediante los instrumentos elaborados específicamente para cada dimensión de las variables, donde se genera el aglomerado de partículas de plata a partir de *Ocimum basilicum*

Para el análisis de datos se utilizó, el análisis paramétrico con el software SPSS donde se excluye la hipótesis nula, y además del programa Excel, en la cual se realizará una comparación mediante una curva de calibración y graficas de la obtención del aglomerado de partículas de plata a partir de *Ocimum basilicum*.

También fue posible comparar diferentes teorías que explican la generación del aglomerado de partículas de plata a través de métodos naturales para no contaminar el medio ambiente con desechos, de esta manera detallar que se logró identificar los objetivos, para así poder evaluarlos y conocer su eficiencia en la comparación de diferentes modos para su obtención de partículas, de plata, destacándose también por los resultados obtenidos, que son esencialmente idénticos a la literatura científica, llegando a obtener datos semejantes a los de la disminución de los contaminantes biológicos que es lo que más está afectando a las aguas del río Lurín, por la gran cantidad que se encuentra en los alrededores.

### **3.7. Aspectos Éticos**

La tesis se verifico por el software TURNITIN para asegurar la originalidad de los datos, citando con precisión según la norma ISO 690-2010; además, de guiarse mediante la resolución de la dirección de investigación N°110-2022-VI-UCV, que define con precisión el rumbo de investigación del sistema de gestión ambiental. También define un código ético para la correcta redacción y una guía para el producto final de investigación del programa 4.0.

## IV. RESULTADOS

Este capítulo del estudio, aborda el análisis de los resultados, que son presentados de forma descriptiva e inferencial.

### 4.1. Resultados Descriptivos

Se consideraron las características de los aglomerados de plata, propiedades físicas, químicas y microbiológicas (*Escherichia Coli* y Coliformes totales) del agua proveniente del río Lurín antes y después del tratamiento con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*.

#### 4.1.1. Resultados de las características de los aglomerados de plata

**Tabla 4.**

*Características de los aglomerados de plata*

Temperatura (C°)	Granulometría (µm)	Humedad (%)	pH (unidades de pH)
35	425	31.5	8.10

La Tabla 4 mostró que los aglomerados de plata poseen temperatura de 35° granulometría de 425 µm, humedad de 31.5% y pH de 8.10.

#### 4.1.2. Resultados de las propiedades físicas del agua

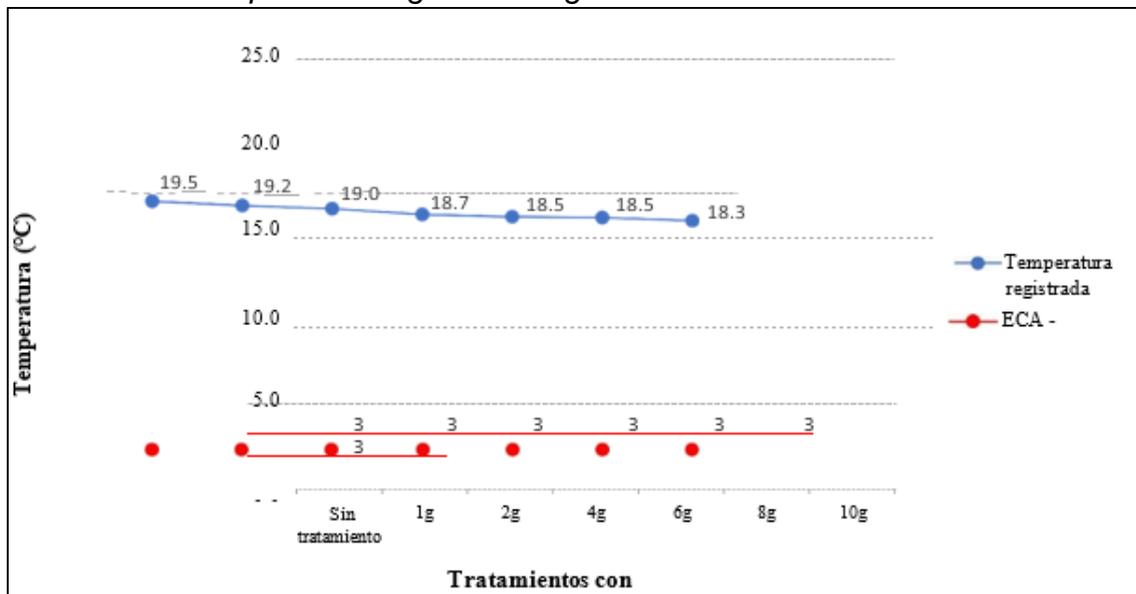
Dentro de las propiedades físicas del agua evaluadas se consideraron a la temperatura, conductividad eléctrica y turbidez.

##### 4.1.2.1. Temperatura

Esta propiedad física del agua de río fue considerada relevante en el estudio por su influencia en la cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, en la velocidad que permite tanto para el desarrollo de la fotosíntesis como en el metabolismo de organismos, en la supervivencia de especies acuáticas, entre otros aspectos. Por tales factores, se ejecutó su análisis, obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

**Figura 33.**

Gráfico de la temperatura registrada según tratamiento



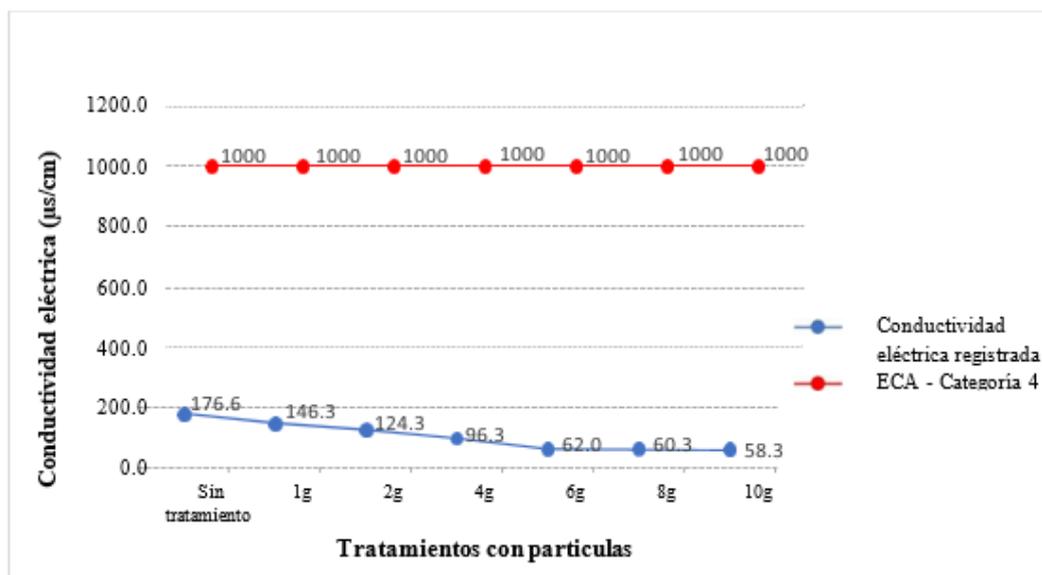
La Figura 35, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento de la temperatura del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata). Donde se logra apreciar que con la cantidad de 10g del aglomerado de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* se obtuvo la mayor disminución de temperatura (1.2 °C), llegando a obtener 18.3 °C, que aún no se acercan a las condiciones apropiadas según el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (3°C), pero se evidencia una influencia de mejora en la calidad de temperatura del agua.

#### 4.1.2.2 Conductividad eléctrica

Esta propiedad física del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque sirve como indicador del grado de mineralización del agua, debido a que su exceso afecta la biota acuática. Por tal motivo, se ejecutó su análisis, obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

**Figura 34.**

Gráfico de la conductividad eléctrica registrada según tratamiento



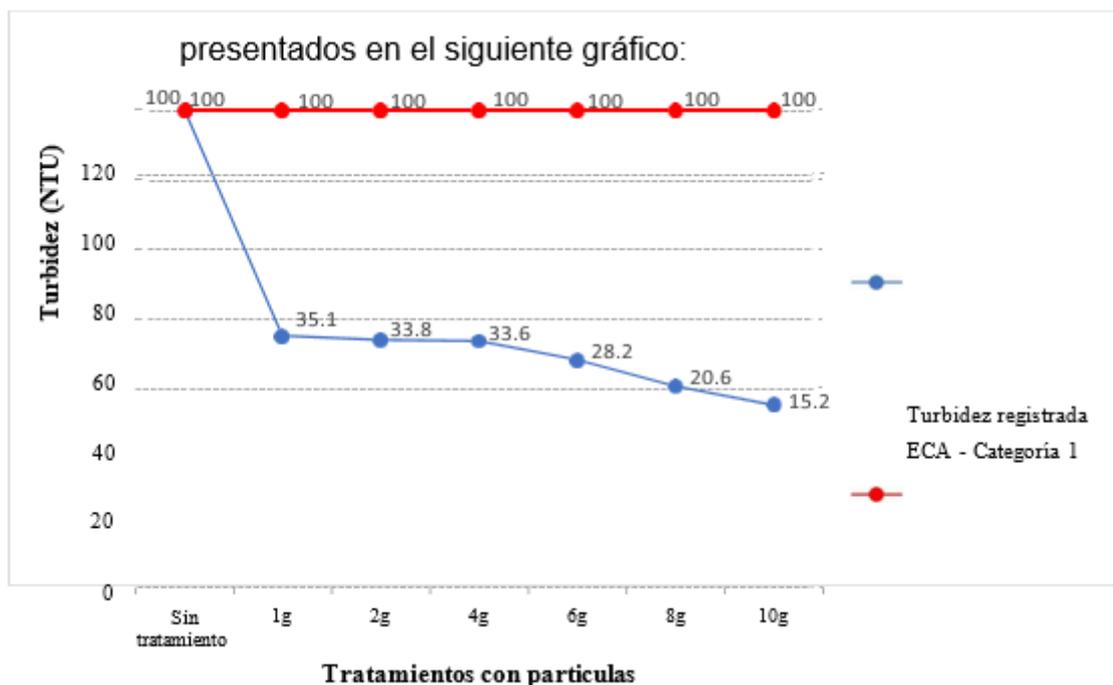
La *Figura 36*, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento de la conductividad eléctrica del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata). Donde se logra apreciar que con la cantidad de 10g del aglomerado de partículas de plata, sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* se obtuvo la mayor disminución de la conductividad eléctrica (118.3  $\mu\text{S/cm}$ ), llegando a obtener 58.3  $\mu\text{S/cm}$ , que no sobrepasan lo permitido por el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (1000  $\mu\text{S/cm}$ ). Además, se evidencia la relación directa entre conductividad eléctrica con la temperatura, esto debido a que, la temperatura influye en la solubilidad de sales.

#### 4.1.2.1. Turbidez

Esta propiedad física del agua de río fue considerada en el estudio por su relevancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas. Por esta razón, se desarrolló su análisis, obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

**Figura 35.**

Gráfico de la turbidez registrada según tratamiento



La *Figura 37*, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento de la turbidez del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata). Donde se logra apreciar que con la cantidad de 10 g del aglomerado de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* se obtuvo la mayor disminución de la turbidez (84.8 NTU), llegando a obtener 15.2 NTU, que no sobrepasan lo permitido por el ECA Agua – Categoría 1: Poblacional y recreacional (100 NTU), siendo aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional adicional.

#### **4.1.3. Resultados de las propiedades químicas del agua**

Dentro de las propiedades químicas del agua evaluadas se consideraron al Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno.

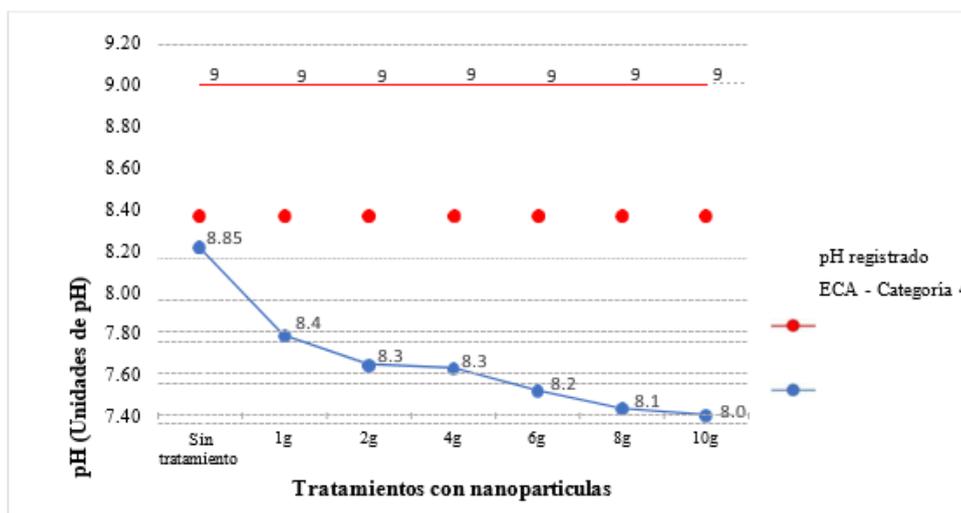
##### **4.1.3.1. Potencial de Hidrógeno (pH)**

Esta propiedad química del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque sirve para determinar el grado de alcalinidad (altos niveles de pH) o acidez (bajos niveles de pH) del agua. Por tal motivo, se ejecutó su análisis,

obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico

**Figura 36.**

*Gráfico del Potencial de Hidrógeno registrado según tratamiento*



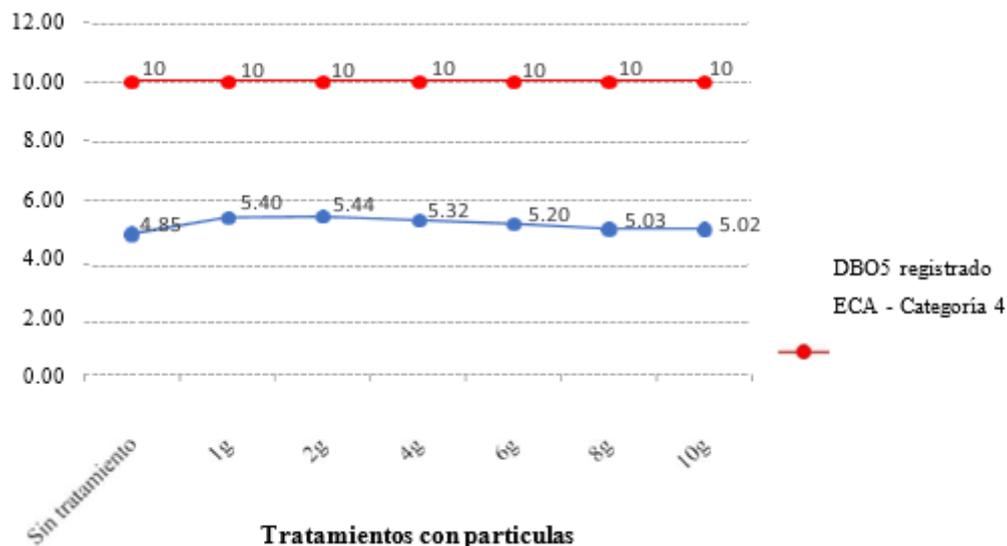
La *Figura 38*, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento del Potencial de Hidrógeno del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata). Donde se logra apreciar que con la cantidad de 10 g del aglomerado de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* se obtuvo la mayor disminución de la pH (0.85 Unidades de pH), llegando a obtener 8 unidades de pH. Sin embargo, es importante destacar que después de todas las aplicaciones de tratamientos los niveles de Potencial de Hidrógeno del agua permanecieron dentro del rango establecido por el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (6.5 a 9 unidades de pH).

#### 4.1.3.1. DBO<sub>5</sub>

Esta propiedad química del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque es la cantidad de oxígeno necesario para la degradación biótica de compuestos orgánicos en elementos de agua. En ese sentido, se ejecutó su análisis, obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

**Figura 37.**

Gráfico de DBO<sub>5</sub> registrado según tratamiento



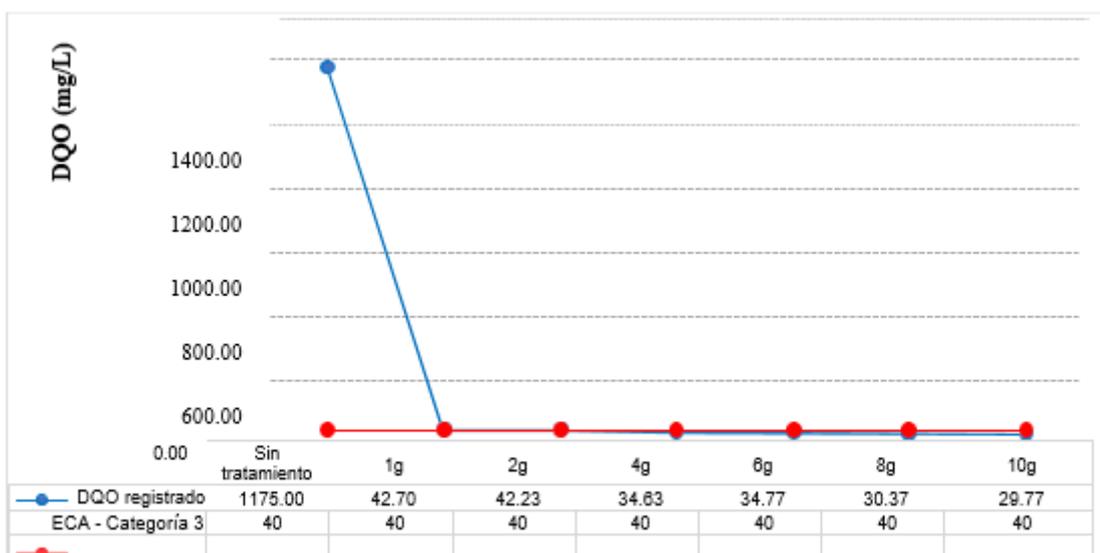
La *Figura 39*, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación de partículas de plata). Donde se logra apreciar que el agua de río tratada permaneció dentro de lo admitido por el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (10 mg/L).

#### 4.1.3.2. DQO

Esta propiedad química del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. En tanto, se puede sostener que cuanto mayor es la Demanda Química de Oxígeno, más contaminada está el agua. Por lo tanto, se desarrolló su análisis, obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

**Figura 38.**

Gráfico de DQO registrado según tratamiento



La *Figura 40*, mostró un gráfico lineal representativo del comportamiento de la Demanda Química de Oxígeno del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata). Donde se logra apreciar que, con la cantidad de 10 g del aglomerado de partículas de plata, sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* se obtuvo la mayor disminución de DQO (1170.23 mg/L), llegando a obtener 29.77 mg/L. Sin embargo, es importante destacar que después de todas las aplicaciones de tratamientos los niveles de DQO del agua permanecieron dentro del rango establecido por el ECA Agua – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (40 mg/L).

#### **4.1.4. Resultados de remoción de *Escherichia Coli***

Este parámetro microbiológico del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque el *Escherichia Coli* es un organismo indicador principal para detectar contaminaciones fecales en el control de calidad de aguas. Por ello, se desarrolló el análisis de su remoción, obteniendo los siguientes resultados presentados en la siguiente Tabla:

**Tabla 5.**  
*Remoción de Escherichia Coli según tratamientos*

Cantidad de partículas (g)	Repeticiones	<i>Escherichia Coli</i> iniciales (mg/L)	<i>Escherichia Coli</i> finales (mg/L)	Remoción (%)	Promedio de remoción (%)
1	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	
2	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	
4	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	
6	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	
8	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	
10	Repetición 1	Presencia	Ausencia	100	100
	Repetición 2	Presencia	Ausencia	100	
	Repetición 3	Presencia	Ausencia	100	

La Tabla 5, mostró los resultados de remoción de *Escherichia Coli* según tratamientos, donde se pudo identificar que después de la aplicación de los tratamientos de agua con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*. Fue posible la remoción del 100% de *Escherichia Coli*, convirtiéndose en un tratamiento con alto nivel de eficiencia para la remoción de este parámetro.

#### 4.1.5. Coliformes totales

Este parámetro microbiológico del agua de río fue considerada relevante en el estudio porque su presencia indica que existe una vía de contaminación entre una fuente de bacterias (agua superficial, sistema séptico, desechos animales, etc.) y el agua. Por tal razón, se análisis de su remoción, obteniendo los siguientes resultados presentados en la siguiente Tabla:

**Tabla 6.***Remoción de Coliformes totales según tratamientos*

Cantidad de partículas (g)	Repeticiones	Coliformes totales iniciales (mg/L)	Coliformes totales finales (mg/L)	Remoción (%)	Promedio de remoción (%)
1	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>2</sup>	99.92	99.92
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>2</sup>	99.93	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,9x10 <sup>2</sup>	99.92	
2	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>2</sup>	99.94	99.94
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>	99.94	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>2</sup>	99.95	
4	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	8,2x10 <sup>1</sup>	99.96	99.97
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	8,0x10 <sup>1</sup>	99.97	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	7,9x10 <sup>1</sup>	99.97	
6	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	6,2x10 <sup>1</sup>	99.97	99.97
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	6,1x10 <sup>1</sup>	99.97	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	6,4x10 <sup>1</sup>	99.97	
8	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	3,2x10 <sup>1</sup>	99.99	99.99
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	3,3x10 <sup>1</sup>	99.99	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	3,5x10 <sup>1</sup>	99.98	
10	Repetición 1	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>1</sup>	99.99	99.99
	Repetición 2	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>1</sup>	99.99	
	Repetición 3	2.3x 10 <sup>5</sup>	1,4x10 <sup>1</sup>	99.99	

La Tabla 6, mostró los resultados de remoción de coliformes totales según tratamientos, donde se pudo identificar que después de la aplicación de los tratamientos de agua con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*. Fue posibles lograr remociones superiores al 99% después de cada tratamiento evaluado, convirtiéndose en un tratamiento con alto nivel de eficiencia para la remoción de este parámetro.

#### 4.2. Resultados Inferenciales

Los resultados inferenciales son analizados según las hipótesis planteadas del estudio; por tanto, se consideraron las propiedades físicas, químicas y microbiológica (Coliformes totales) del agua proveniente del río Lurín antes y después del tratamiento con partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*.

#### 4.2.2. Contratación de hipótesis específica 1

**H<sub>1</sub>:** Las propiedades físicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

**H<sub>0</sub>:** Las propiedades físicas del agua del río Lurín no mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

**Tabla 7.**

*Prueba de normalidad de las propiedades físicas*

Propiedades físicas	Cantidad de partículas	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	1g de partículas	0,964	3	0,637
	2g de partículas	0,923	3	0,463
	4g de partículas	0,964	3	0,637
	6g de partículas	0,964	3	0,637
	8g de partículas	0,987	3	0,780
	10g de partículas	0,964	3	0,637
Conductividad Eléctrica	1g de partículas	0,998	3	0,915
	2g de partículas	0,923	3	0,463
	4g de partículas	0,997	3	0,900
	6g de partículas	0,893	3	0,363
	8g de partículas	0,964	3	0,637
	10g de partículas	0,987	3	0,780
Turbidez	1g de partículas	1,000	3	1,000
	2g de partículas	0,945	3	0,549
	4g de partículas	0,964	3	0,637
	6g de partículas	0,987	3	0,780
	8g de partículas	0,964	3	0,637
	10g de partículas	0,987	3	0,780

La Tabla 7, mostró la prueba de normalidad donde se analizó las propiedades físicas de temperatura, conductividad eléctrica y turbidez mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque la muestra evaluada estuvo conformada por menos de 50 datos. Los resultados del análisis mostraron valores de significación mayores a 0.05. En consecuencia, los datos siguen una distribución normal y fue necesario utilizar la prueba paramétrica de T-Student para muestras relacionadas.

**Tabla 8.***Prueba de T-Student de las propiedades físicas*

Propiedades físicas	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Temperatura (Inicial – Final)	0,8000	0,3757	0,0886	0,6132	0,9868	9,033	17	0,000
Conductividad Eléctrica (Inicial – Final)	85,3222	35,4248	8,3497	67,7059	102,9386	10,219	17	0,000
Turbidez (Inicial – Final)	72,2500	7,7502	1,8267	68,3959	76,1041	39,551	17	0,000

La Tabla 8, mostró la prueba de T-Student para muestras relacionadas de las propiedades físicas, donde se obtuvo niveles de significancia menores a 0.05, lo que nos indica que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. En conclusión, podemos mencionar que las propiedades físicas del agua del río Lurín se trató significativamente con la utilización de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*.

**Contrastación de hipótesis específica 2**

**H<sub>1</sub>:** Las propiedades químicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

**H<sub>0</sub>:** Las propiedades químicas del agua del río Lurín no mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

**Tabla 9.***Prueba de normalidad de las propiedades químicas*

Propiedades químicas	Cantidad de partículas	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
pH	1g de partículas	0,987	3	0,780
	2g de partículas	0,987	3	0,780
	4g de partículas	0,855	3	0,253
	6g de partículas	0,964	3	0,637
	8g de partículas	1,000	3	1,000
	10g de partículas	0,893	3	0,363
DBO5	1g de partículas	0,964	3	0,637
	2g de partículas	0,871	3	0,298
	4g de partículas	0,987	3	0,780
	6g de partículas	0,993	3	0,843
	8g de partículas	0,964	3	0,637
	10g de partículas	0,987	3	0,780
DQO	1g de partículas	1,000	3	1,000
	2g de partículas	0,949	3	0,567
	4g de partículas	0,964	3	0,637
	6g de partículas	0,980	3	0,726
	8g de partículas	0,987	3	0,780
	10g de partículas	0,987	3	0,780

La Tabla 9, mostró la prueba de normalidad donde se analizó las propiedades químicas de potencial de hidrógeno, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque la muestra evaluada estuvo conformada por menos de 50 datos. Los resultados del análisis mostraron valores de significación mayores a 0.05. En consecuencia, los datos siguen una distribución normal y fue necesario utilizar la prueba paramétrica de T-Student para muestras relacionadas.

**Tabla 10.**  
**Prueba de T-Student de las propiedades químicas**

Propiedades químicas	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
pH(Inicial – Final)	0,64333	0,13827	0,03259	0,57457	0,71209	19,740	17	0,000
DBO5 (Inicial – Final)	857,7628	0,17242	0,04064	857,67704	857,84852	21107,024	17	0,000
DQO (Inicial – Final)	1139,256	5,2774	1,2439	1136,6312	1141,8799	915,879	17	0,000

La Tabla 10, mostró la prueba de T-Student para muestras relacionadas de las propiedades químicas, donde se obtuvo niveles de significancia menores a 0.05, lo que nos indica que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. En conclusión, podemos mencionar que las propiedades químicas del agua del río Lurín se trató significativamente con la utilización de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*.

#### 4.2.4. Contrastación de hipótesis específica 3

La contrastación inferencial de la hipótesis específica 3, no pudo desarrollarse debido a que los resultados obtenidos por el laboratorio sólo brindaron resultados descriptivos que corroboran la ausencia de *Escherichia coli* después de la aplicación del aglomerado de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*; por tanto, se demostró que el porcentaje de remoción de *Escherichia coli* fue del 100%.

#### 4.2.5. Contrastación de hipótesis específica 4

**H<sub>1</sub>:** El porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* fue eficiente (mayor al 99%).

**H<sub>0</sub>:** El porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* no fue eficiente (mayor al 99%).

**Tabla 11.***Prueba de normalidad de Coliformes totales*

Propiedades microbiológicas	Cantidad de partículas	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Coliformes totales	1g de partículas	0,964	3	0,637
	2g de partículas	1,000	3	1,000
	4g de partículas	0,964	3	0,637
	6g de partículas	0,964	3	0,637
	8g de partículas	0,964	3	0,637
	10g de partículas	0,964	3	0,637

La Tabla 11, mostró la prueba de normalidad donde se analizó Coliformes totales mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque la muestra evaluada estuvo conformada por menos de 50 datos. Los resultados del análisis mostraron valores de significación mayores a 0.05. En consecuencia, los datos siguen una distribución normal y fue necesario utilizar la prueba paramétrica de T-Student para muestras relacionadas.

**Tabla 12.***Prueba de T-Student de Coliformes totales*

Propiedades microbiológicas	Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Coliformes totales (Inicial – Final)	229917,5	58,0631	13,6856	229888,63	229946,37	16799,953	17	0,000

La Tabla 12, mostró la prueba de T-Student de la propiedad microbiológica (Coliformes totales), donde se obtuvo niveles de significancia menores a 0.05, lo que nos indica que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. En conclusión, podemos mencionar que el porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* fue eficiente (mayor al 99%).

### Contrastación de Hipótesis General

**H<sub>1</sub>:** La eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima

2023 fue significativa y superior al 90%.

**H<sub>0</sub>:** La eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023 no fue significativa ni superior al 90%.

Los resultados obtenidos en las pruebas de T-Student de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas brindaron niveles de significancia menores a 0.05, lo que nos indica que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. En conclusión, podemos mencionar que la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023 fue significativa y superior al 90%.

## V. DISCUSIÓN

El estudio valoró la síntesis del aglomerado de partículas de plata obtenidas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*, para el tratamiento de las aguas del río Lurín del departamento de Lima, empleando dentro de las condiciones de operación ciclos de agitación mixta (290 rpm por 1 minuto, 120 rpm por 40 minutos y 50 rpm por 30 minutos), temperatura de 19.5°C y diversas dosificaciones sometidas a pruebas (1, 2, 4, 6, 8 y 10 g), que fueron mejorando su eficiencia de degradación de agentes contaminantes a medida que las dosificaciones fueron aumentando, este comportamiento de los resultados fue similar a lo obtenido por diversos autores como Peña & Quispe (2022); Tafur (2019); Quispe (2018) y Talavera et al. (2018), revelando que las partículas de plata son componentes eficientes para el tratamiento de aguas contaminadas.

Las propiedades físicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* mostraron un comportamiento descendiente, alcanzando mayores valores de reducción con la aplicación de 10 g de partículas de plata. De los cuales se consideró la temperatura, conductividad eléctrica y turbidez.

La mayor disminución de la temperatura fue de 1.2 °C, llegando alcanzar 18.3 °C, que aún no se acercan a las condiciones apropiadas según el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (3°C), pero se evidencia una influencia de mejora en la calidad de temperatura del agua. Estos resultados contrastan con lo obtenido por Razali et al. (2022), quien obtuvo nitratos de plata mediante la síntesis de cáscara de *Ananas comosus* (piña), comportamientos ascendientes de la temperatura desde 70 a 90 °C. Sin embargo, es relevante considerar que las temperaturas elevadas en el agua influyen en la cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, en la velocidad que permite tanto para el desarrollo de la fotosíntesis como en el metabolismo de organismos, en la supervivencia de especies acuáticas, entre otros aspectos.

La mayor disminución de la conductividad eléctrica fue de 118.3  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , llegando a obtener 58.3  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , que no sobrepasan lo permitido por el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Además, se evidencia la relación directa entre conductividad eléctrica con la temperatura, esto debido a que, la temperatura influye en la solubilidad de sales. Estos resultados, son similares a lo logrado por Talavera et al., (2018), en su artículo científico la creación de un filtro que contiene partículas de plata, el cual fue aplicado en una fuente de agua para consumo humano, para eliminar los aniones y bacterias que se encuentran presentes. Teniendo como resultados la reducción de un 82,13% de conductividad eléctrica. Por lo cual, el nivel de concentración de esta propiedad física del agua de río permite un adecuado grado de mineralización del agua, debido a que su exceso afectaría la biota acuática.

La mayor disminución de la turbidez fue de 84.8 NTU, llegando a obtener 15.2 NTU, que no sobrepasa lo permitido por el ECA Agua – Categoría 1: Poblacional y recreacional (100 NTU), siendo aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional adicional. Estos resultados se acercan a lo logrado por Peña & Quispe (2022) quienes, a través de las partículas de plata sintetizadas del *Agave americana*, redujeron el 88% de la turbidez. Por lo cual el nivel de concentración de este parámetro refleja aún un problema sanitario por su contenido, siendo un tratamiento potable adicional para su consumo.

Las propiedades químicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum* mostraron un comportamiento descendiente, alcanzando mayores valores de reducción con la aplicación de 10 g de partículas de plata. De los cuales se consideró la potencial de hidrógeno,  $\text{DBO}_5$  y DQO.

La mayor disminución de la pH fue de 0.85 unidades de pH, llegando a obtener 8 unidades de pH. Sin embargo, es importante destacar que después de todas las aplicaciones de tratamientos los niveles de Potencial de Hidrógeno del agua permanecieron dentro del rango establecido por el ECA Agua – Categoría 4:

Conservación del ambiente acuático (6.5 a 9 unidades de pH). Estos resultados son similares a lo alcanzado con Razali et al. (2022), quienes, en su investigación, obtuvo nitratos de plata mediante la síntesis de cáscara de *Ananas comosus* (piña), obtuvo potencial de hidrógeno en el rango de 7 a 9 unidades. Sin embargo, contrastamos con Echeverry et al. (2020), quien logró obtener a través de partículas de plata (AgNP) a partir de d-limoneno un pH de 4,5 ocasionando acidez del agua y por ende perjudicando la biota.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de río Lurín, desde su análisis inicial (antes del tratamiento) hasta su análisis final (después de la aplicación de partículas de plata), permaneció dentro de lo admitido por el ECA Agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (10 mg/L). Contrastando con Peña & Quispe (2022) que a través de la aplicación de una dosis de 10 mililitros de partículas de plata sintetizadas del *Agave americana* (0.001 M de nitrato de plata), en un tiempo de 75 minutos logró reducir el 40% de la demanda biológica de oxígeno, mostrando un mayor poder reductor. Del mismo modo, Albuja (2018), con 0.7 mg/L a velocidades de agitación 20 rpm logró la reducción del 56.88% de DBO<sub>5</sub>. Por tanto, se puede concluir que, en el estudio, al encontrarse el agua en un nivel adecuado de DBO<sub>5</sub> inicialmente, no se puede conocer el potencial de reducción de este parámetro mediante el tratamiento aplicado. Sin embargo, es relevante resaltar que este parámetro radica en su contenido de oxígeno necesario para la degradación biótica de compuestos orgánicos en elementos de agua.

La mayor disminución de DQO fue de 1170.23 mg/L, llegando a obtener 29.77 mg/L. Sin embargo, es importante destacar que después de todas las aplicaciones de tratamientos los niveles de DQO del agua permanecieron dentro del rango establecido por el ECA Agua – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (40 mg/L). Este resultado fue similar a lo logrado por Peña & Quispe (2022) quienes a través de la aplicación de una dosis de 10 mililitros de partículas de plata sintetizadas del *Agave americana* (0.001 M de nitrato de plata), en un tiempo de 75 minutos se logró reducir el 76% de la demanda química de oxígeno, mostrando gran poder reductor. Albuja (2018), con 0.7 mg/L a velocidades de agitación 20 rpm logró la reducción del 69.07% de demanda química de oxígeno. Por tanto, se puede concluir que todos los

tratamientos del estudio mostraron alto poder reductor de la demanda química de oxígeno hasta obtener la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. En tanto, se sostiene que cuanto mayor es la Demanda Química de Oxígeno, más contaminada está el agua.

Se pudo identificar que después de la aplicación de los tratamientos de agua con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*. fue posible la remoción del 100% de *Escherichia Coli*, convirtiéndose en un tratamiento con alto nivel de eficiencia para la remoción de este parámetro. Estos resultados fueron similares a lo logrado por Albújar (2018), quien con 0.7 mg/L a velocidades de agitación 20 rpm logró la reducción la totalidad (100%) de *Escherichia Coli*. Asimismo, Feijoo (2018) quien logró reducir más del 95% de *Escherichia Coli*, mediante las partículas de plata sintetizadas de *Rosmarinus officinalis*. Por lo tanto, se puede considerar a las partículas de plata como un componente con alto potencial de remoción de *Escherichia Coli* que es un organismo indicador principal para detectar contaminaciones fecales en el control de calidad de aguas.

Se identificó que después de la aplicación de los tratamientos de agua con aglomerados de partículas de plata sintetizadas a partir de las hojas de *Ocimum basilicum*. fue posibles lograr remociones superiores al 99% después de cada tratamiento evaluado, convirtiéndose en un tratamiento con alto nivel de eficiencia para la remoción de este parámetro. Mostrando un nivel similar de remoción a lo obtenido por Peña & Quispe (2022), quienes lograron reducir el 100% de coliformes totales mediante partículas de plata sintetizadas del *Agave americana*. Asimismo, Talavera *et al.* (2018), nos indica en su artículo científico que con la creación de un filtro que contiene partículas de plata, removió significativamente los coliformes totales. Por tanto, la aplicación de partículas de plata prácticamente elimina los contenidos de coliformes totales del agua, alejando vías de contaminación entre una fuente de bacterias (agua superficial, sistema séptico, desechos animales, etc.) y el agua.

## VI. CONCLUSIONES

**Primera.** Se determinó que el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum* fue eficiente para el tratamiento de agua superficial del río Lurín a través de mejoras en sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se trató el agua del río Lurín, alcanzando un porcentaje de remoción superior al 99% con respecto a la *Escherichia coli* y coliformes totales, mostrando el potencial de tratamiento que tiene las partículas a la hora de remediar el agua contaminada.

**Segunda.** Se determinó que las propiedades físicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de 10 g partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, los cuales inicialmente fueron temperatura de 19.5°C, conductividad eléctrica de 176.6  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y turbidez de 100 NTU, y finalmente, la temperatura aumentó a 18.3°C, conductividad eléctrica se redujo a 58.3 $\mu\text{s}/\text{cm}$  y turbidez se redujo a 15.2 NTU.

**Tercera.** Se determinó que las propiedades químicas del agua superficial del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de 10 g de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, los cuales inicialmente fueron potencial de hidrogeno de 8.85, demanda biológica de oxígeno de 4.85 mg/L y demanda química de oxígeno de 1175 mg/L, y finalmente el pH disminuyó a 8.0, aumentó el DBO<sub>5</sub> a 5.02 mg/L y disminuyó el DQO a 29.77 mg/L.

**Cuarta.** Se removió el 100% de la *Escherichia coli* presente en el agua superficial del río Lurín con la aplicación del tratamiento de aglomerado de 10 g partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.

**Quinta.** Se removió el 99.99% de coliformes totales presente en el agua superficial del río Lurín con la aplicación de tratamiento de aglomerado de 10 g de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*, llegando alcanzar 12.33 mg/L.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primera.** Utilizar mayores cantidades de partículas de plata, para que este pueda presentar mejores resultados, en investigaciones futuras y así mismo, también encontrar hasta que cantidad de partículas sería el máximo para poder utilizar en una remediación de aguas residuales y este pueda mostrar mayores índices de tratamiento tanto para los parámetros físicos, químicos y contaminantes microbiológicos.

**Segunda.** En la etapa procedimental, durante la elaboración de las partículas de plata, exactamente cuando las hojas de albahaca se hallan homogenizado con el nitrato de plata, se deben exponer al sol preferible en un día caluroso (presentando mayores cantidades de temperatura), ya que esto ayudara a la mejorar la reacción química que se genere durante este proceso.

**Tercera.** Analizar diferentes parámetros microbiológicos que puedan presentar las aguas residuales como bacterias coliformes (NMP/100mL), Enterococos (NMP/100mL), *Clostridium perfringens* (NMP/100mL) y *Vibrio Cholera* (Presencia/100mL), esto mediante de la utilización de las partículas de plata por el método de jarras.

**Cuarta.** Evaluar nuevos métodos para la obtención de partículas de plata, las cuales sean eficientes y traten diferentes parámetros que contaminen un medio natural del ecosistema, y de esta manera generar mayores aportaciones científicas.

## REFERENCIAS

- Abo-El-Yazid, Z. H., Ahmed, O. K., El-Tholoth, M., & Abdel-Shakur Ali, M. (2022). Green synthesized silver nanoparticles using *Cyperus rotundus* L. extract as a potential antiviral agent against infectious laryngotracheitis and infectious bronchitis viruses in chickens. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00325-z>
- Agudelo, W., Montoya, Y., & Bustamante, J. (2018). Using a non-reducing sugar in the green synthesis of gold and silver nanoparticles by the chemical reduction method. *DYNA*, 85(206), 69–78. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v85n206/0012-7353-dyna-85-206-00069.pdf>
- Ahmad, G. S., Zahoor, I., & Singh, R. (2022). Prunella vulgaris leaf extract assisted green synthesis of silver nanoparticles: Antimicrobial activity. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.09.520>
- Albujar Quispe, J. H. (2018). Rendimiento del nopal (*Opuntia ficus - indica*) con nanopartículas de plata (AgNPs) en la reducción de carga orgánica y escherichia coli en las aguas del Río Pisco 2018 [Universidad Cesar Vallejo]. In *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19250>
- Anith, J. R., Merin, D. D., Arulananth, T. S., & Shaik, N. (2022). Characterization Analysis of Silver Nanoparticles Synthesized from *Chaetoceros calcitrans*. *Hindawi Limited, 2022*, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/4056551>
- Avalle, G. (2022). El estudio de caso sociológico, una estrategia de análisis de los datos. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 67(245), 461–470. <https://doi.org/10.22201/FCPYS.2448492XE.2022.245.77473>
- Bagur, P. S., Rosello, M., Paz, L. B., & Verger, S. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE*, 27(1). <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Balbuena, L. M., Muñoz Esteban, S., Monroy Armado, R., Vivas Blanca Martha, C., & Carranza Sandra Luz Maribel, A. (2018). Síntesis verde de nanopartículas de plata mediante el uso de la hierbabuena (*Allium sativum*) como agente

reductor.

*Tendencias En Docencia e Investigación En Química*, 4(4).  
[http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/8223/Sintesis\\_verde\\_d\\_e\\_na\\_noparticulas\\_de\\_plata\\_2018.pdf?sequence=1](http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/8223/Sintesis_verde_d_e_na_noparticulas_de_plata_2018.pdf?sequence=1)

Ballesteros, G. M. E., Durán Romero, J. R. J., Gutiérrez Corrales, J., & Pataquiva Mateus, A. (2017). In situ synthesis of nanoparticles of zinc peroxide on banana fibers with potential in the textile industry. *MUTIS*, 7(2), 23–32.  
<https://doi.org/10.21789/22561498.1247>

Barrientos, C. K., Alvarado Iparraguirre, D. E., & Alarcón Cavero, H. A. (2019). Síntesis y caracterización de nanocompuestos Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag: su efecto contra *Enterobacter aerogenes* y *Enterococcus faecalis*/Synthesis and characterization of nanocompounds Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag: its effect against *Enterobacter aerogenes* and *Enterococcus faecalis*. *Revista Colombiana de Química*, 48(2), 33–39.  
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v48n2.73724>

Barrientos, S. H. (2022). Hacia una metodología crítica e incluyente: el caso de la entrevista etnográfica a personas sordas. *Empiria*, 1(56), 41–62.  
<https://www.proquest.com/docview/2724313453/1A2EF2C7C671469BPQ/28>

Bedoya Rodas, C. A. (2022). El carácter fenomenológico de la investigación cualitativa en Max va Manen y la “ciencia del origen de la vida” de Martin Heidegger. *Escritos*, 30(65), 249–268.  
<https://doi.org/10.18566/ESCR.V30N65.A05>

Buendía, O. M. J., Jiménez Corzo, D. J., Caamaño De Ávila, Z. I., & Restrepo, J. B.(2022). Chromatographic analysis of phytochemicals in the peel of *Musa paradisiaca* to synthesize silver nanoparticles. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 103, 130–137.  
<https://doi.org/10.17533/UDEA.REDIN.20210427>

Castro, R. Y. (2022). Revisión sistemática sobre los semilleros de investigación universitarios como intervención formativa. *Universidad San Ignacio de Loyola S.A.*, 10(2), 1–19. <https://doi.org/10.20511/PYR2022.V10N2.873>

Cereghino, F. A. M. (2022). Revisión del buen uso de las palabras clave en las revistas de arquitectura iberoamericanas, en cuanto a frecuencia y 65

- tendencia. *Revista de Arquitectura*, 24(2), 3–9. <https://doi.org/10.14718/REVARQ.2022.24.4606>
- Cuervo, O. G. A., Escobar Jaramillo, M., & Ossa Orozco, C. P. (2020). Diseño factorial 2 k para la optimización de la síntesis de nanopartículas de plata para su aplicación en biomateriales. *ION*, 33(1), 17–32. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020002>
- Da Silva, B. N., Vieira, M. F., & Izumi, C. M. S. (2022). In situ preparation of silver nanoparticles on polyaniline nanofibers for SERS applications. *Synthetic Metals*, 291. <https://doi.org/10.1016/J.SYNTHMET.2022.117171>
- Das, R. K., & Bhuyan, D. (2019). Microwave-mediated green synthesis of gold and silver nanoparticles from fruit peel aqueous extract of *Solanum melongena* L. and study of antimicrobial property of silver nanoparticles. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s41204-018-0052-0>
- Deng, B., Dong, Z., Wu, Q., Guo, B., Fang, W., Hu, C., Long, J., Chen, P., Lu, C., & Pan, M. (2022). Analysis of Silver Nanoparticles for the Treatment and Prevention of Nucleopolyhedrovirus Affecting *Bombyx mori*. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11), 6325. <https://doi.org/10.3390/IJMS23116325/S1>
- Ebrahimi, A., Samari, F., Eftekhar, E., & Yousefinejad, S. (2022). Rapid and efficient colorimetric sensing of clindamycin and Fe<sup>3+</sup> using controllable phyto-synthesized silver/silver chloride nanoparticles by *Syzygium cumini* fruit extract. *Journal of Analytical Science and Technology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40543-022-00318-5>
- Echeverry, C. J., Naranjo Díaz, A., & Araque Marín, P. (2020). Nanopartículas de plata funcionalizadas in situ con D-limoneno: efecto en la actividad antibacteriana. *ION*, 33(1), 79–92. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020008>
- Ejidike, I. P., & Clayton, H. S. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles mediated by *Daucus carota* L.: antiradical, antimicrobial potentials, in vitro cytotoxicity against brain glioblastoma cells. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 15(2), 298–311. <https://doi.org/10.1080/17518253.2022.2054290>
- Esquivel, F. R. de la C., & Mas Diego, S. M. (2021). Síntesis biológica de 66

- nanopartículas de plata: revisión del uso potencial de la especie *Trichoderma*. *Revista Cubana Química*, 33(2), 23–45. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v33n2/2224-5421-ind-33-02-23.pdf>
- Feijoo, C. C. P. (2018). *Reducción de microorganismos del agua en la zona rural de la Esperanza Alta – Huaral utilizando nanopartículas de plata sintetizadas con Rosmarinus officinalis aplicando química verde* [Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18685/Feijoo\\_CCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18685/Feijoo_CCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gallo, R. P. J., & Ossa Orozco, C. P. (2019). Fabrication and characterization of silver nanoparticles with potential use in the treatment of skin cancer. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 88–104. <https://doi.org/10.14482/inde.37.1.6201>
- Garibo, R. D., Nefedova, E., Shkil, N. N., Shkil, N. A., Vazquez Gomez, R. L., Pestryakov, A., & Bogdanchikova, N. (2022). Silver Nanoparticles Targeting the Drug Resistance Problem of *Streptococcus dysgalactiae*: Susceptibility to Antibiotics and Efflux Effect. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11), 6024. <https://doi.org/10.3390/IJMS23116024>
- Ginoble, P. O., Zaman, Q., Concas, G. C., Gisbert, M., Cremona, M., Lazaro Freire Jr, F., S Carvalho, I. C., C Bevilaqua, P. H., Santos de Sá, D., Pinto Canellas, A., Mattoso, V., & del Rosso, T. (2022). Thermoelastic pulsed laser ablation of silver thin films with organic metal–SiO<sub>2</sub> adhesion layer in water: application to the sustainable regeneration of glass microfluidic reactors for silver nanoparticles. *Journal of Physics Communications*, 6(5). <https://doi.org/10.1088/2399-6528/ac6ab1>
- Gonzalez, O. F. A., Torrenegra Escorcía, D., & Albis Arrieta, A. R. (2021). Biosíntesis de nanopartículas de plata con *Chlorella* sp. *Revista ION*, 34(2), 7–15. <https://doi.org/10.18273/REVION.V34N2-2021001>
- Hemmati, S., Rashtiani, A., Zangeneh, M. M., Mohammadi, P., Zangeneh, A., & Veisi, H. (2019). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Fritillaria* flower extract and their antibacterial activity against some human

- pathogens. *Polyhedron*, 158, 8–14.  
<https://doi.org/10.1016/J.POLY.2018.10.049>
- Hu, D., Gao, T., Kong, X., Ma, N., Fu, J., Meng, L., Duan, X., Hu, C. Y., Chen, W.,
- Feng, Z., & Latif, S. (2022). Ginger (*Zingiber officinale*) extract mediated green synthesis of silver nanoparticles and evaluation of their antioxidant activity and potential catalytic reduction activities with Direct Blue 15 or Direct Orange 26. *PLoS ONE*, 17(8). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0271408>
- Jadczak, D., Bojko, K., Kaymakanova, M., & Berova, M. (2022). Salinity-Induced Changes in the Antioxidant Status of Common Basil Plants (*Ocimum basilicum* L.) Grown under Controlled Conditions. *Horticulturae*, 8(9), 775. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE8090775>
- Jalab, J., Abdelwahed, W., Kitaz, A., & Al-Kayali, R. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of *Acacia cyanophylla* and its antibacterial activity. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2021.E08033>
- Jin, Y., Li, B., Saravanakumar, K., Hu, X., Vijaya, A., Mariadoss, A., & Wang, M.-H. (2022). Cytotoxic and antibacterial activities of starch encapsulated photocatalyzed phyto-genic silver nanoparticles from *Paeonia lactiflora* flowers. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 12(3), 375–387. <https://doi.org/10.1007/s40097-021-00421-w>
- Kaur, H., Praakle, K., Soares Rosario, M., Rauwel, P., & Rauwel, E. (2022). *Artemisia vulgaris* tincture-assisted synthesis of silver nanoparticles and their antimicrobial activity. *Conference Series*, 2315(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2315/1/012027>
- Khatabi, H., Bidoki, S. M., & Haji, A. (2022). A green approach for In-situ synthesis of silver nanoparticles on cotton fabric by low pressure cold plasma. *Materials Chemistry and Physics*, 290. <https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2022.126548>
- Kong, Y., Paray, B. A., Al-Sadoon, M. K., & Fahad Albeshr, M. (2021). Novel green synthesis, chemical characterization, toxicity, colorectal carcinoma, antioxidant, anti-diabetic, and anticholinergic properties of silver

nanoparticles: A

- chemopharmacological study. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(6).  
<https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2021.103193>
- Kumar, G. P., Karthik Kumar, D., Thaveena, M., Pandit, S., Sinha, S., Ranjithkumar, R., Alsanie, W. F., & Thakur, V. K. (2022). Synthesis, Characterization and Remedial Action of Biogenic Silver Nanoparticles and Chitosan-Silver Nanoparticles against Bacterial Pathogens. *Journal of Renewable Materials*, 10(12), 3093–3105. <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.019335>
- Kumar, V. N., Kim, H. Y., Saravanakumar, K., Vijaya Anand Mariadoss, A., & Wang, M. H. (2022). Phyto-fabrication of biocompatible silver nanoparticles using *Potentilla chinensis* Ser leaves: characterization and evaluation of its antibacterial activity. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 12(4), 655–667. <https://doi.org/10.1007/s40097-021-00439-0>
- Mahmoudi, F., Mahmoudi, F., Khadijeh Haghghat, G., & Amini, M. M. (2021). Biosynthesis of Novel Silver Nanoparticles Using *Eryngium thyrsoideum* Boiss Extract and Comparison of their Antidiabetic Activity with Chemical Synthesized Silver Nanoparticles in Diabetic Rats. *Biological Trace Element Research*, 199(5), 1967–1978. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02315-4/Published>
- Melkamu, Z., Jeyaramraja, P. R., & Paulos, T. (2022). Optimization of the synthesis of silver nanoparticles using the leaf extract of *Ocimum sanctum* and evaluation of their antioxidant potential. *Nano Express*, 3(3). <https://doi.org/10.1088/2632-959X/ac8fac>
- MINAM. (2018). *Indicador: Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento*
- | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1002>
- Muñoz, C. M. G., Garcidueñas-Piña, C., Valerio-García, R. C., Carrasco-Rosales, J. L., & Morales-Domínguez, J. F. (2020). Green Synthesis of Silver Nanoparticles from the *Opuntia ficus-indica* Fruit and Its Activity against Treated Wastewater Microorganisms. *Journal of Nanomaterials*, 2020.

<https://doi.org/10.1155/2020/6908290>

- Musere, P. S. F., Rahman, A., Uahengo, V., Naimhwaka, J., Daniel, L., Bhaskurani, S.V. H. S., & Jonnalagadda, S. B. (2021). Biosynthesis of silver nanoparticles using pearl millet (*Pennisetum glaucum*) husk to remove algae in the water and catalytic oxidation of benzyl alcohol. *Journal of Cleaner Production*, 312. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127581>
- Nguyen, N. H. A., Padil, V. V. T., Slaveykova, V. I., Černík, M., & Ševců, A. (2018). Green Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles and Their Effect on the Unicellular Alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Nanoscale Research Letters*, 13(1),159. <https://doi.org/10.1186/S11671-018-2575-5>
- Orizano, F. S. L. B. (2018). Eficiencia del tratamiento de nanopartículas de plata sintetizado con alcanfor (*Cinnamomum Camphora*) para reducir coliformes totales en suelo agrícola, Chuquitanta-Lima, 2018 [Universidad Cesar Vallejo]. In *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18729>
- Oves, M., Ahmar Rauf, M., Aslam, M., Qari, H. A., Sonbol, H., Ahmad, I., Sarwar Zaman, G., & Saeed, M. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles by *Conocarpus Lancifolius* plant extract and their antimicrobial and anticancer activities. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 460–471. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.09.007>
- Pacheco, C. F. (2021). Synthesis and size estimation of silver nanoparticles, by reduction with aqueous extracts of calyces leaves and seeds of hibiscus *sabdariffa* linn: Promotion of green synthesis. *Revista Boliviana de Química*, 38(3), 113–118. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.3.2>
- Padmavathi, R., Kalaivanan, C., Raja, R., & Kalaiselvan, S. (2022). Antioxidant and antimicrobial studies of silver nanoparticles synthesized via chemical reduction technique. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.08.505>
- Pardo, L., Arias, J., & Molleda, P. (2022). ELABORACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS A PARTIR DE EXTRACTO DE HOJAS DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) Y SU USO COMO CONSERVANTE. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 35(1), 45–58. <https://doi.org/10.17163/LGR.N35.2022.04>

- Peña, L., Rentería, V., Velásquez, C., Ojeda, M. L., & Barrera, E. (2019). Absorbancia y reflectancia de hojas de Ficus contaminadas con nanopartículas de plata. *Revista Mexicana de Física*, 65, 95–105.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v65n1/0035-001X-rmf-65-01-95.pdf>
- Peña Pecho, J. A., & Quispe Cutipa, D. E. (2022). *Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el Agave americana L. Comas, Lima – 2022* [Universidad Cesar Vallejo].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/92987/Pe%  
 %b1aPJA-Quispe\\_CDE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/92987/Pe%c3%b1aPJA-Quispe_CDE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Razali, Z., Norrizah, J. S., Abdullah, S., & Alam, S. (2022). Impact of temperature and pH on antioxidant activity of green silver nanoparticles fabricated from Ananas comosus peel extracts. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 1019(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1019/1/012006>
- Real, H. C. P. (2019). Reducción de la concentración del colorante industrial textil azul BRL, aplicando nanopartículas de plata sintetizadas con extracto de *Petroselinum crispum* [Universidad Cesar Vallejo].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/42463/Real\\_H  
 CPpdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/42463/Real_HCPpdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, C. H. (2022). Investigación cualitativa, pueblos indígenas y procesos políticos. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 67(245), 371–394.  
<https://doi.org/10.22201/FCPYS.2448492XE.2022.245.75283>
- Rojas, L. S. P., Galeas Hurtado, S. G., & Guerrero Barragán, V. H. (2017). Improvement of silver nanoparticle impregnation on cotton fabrics using a binder. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(45), 109–119.  
<https://www.proquest.com/docview/1978280278/534A67EFF77648B3PQ/5>
- Salas, S. C. V., Zavaleta Mancera, A., Arévalo Galarza, Ma. de L., Carrillo-López, L. M., & Luna Cavazos, M. (2018). SUCROSESUCROSE AND CITRIC ACID IN PRESERVATIVE SOLUTIONS WITH NANO SILVER PARTICLES IN THE VASE LIFE OF ROSA. *AGROCIENCIA*, 52, 951–965.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n7/2521-9766-agro-52-07-951->

[en.pdf](#)

- Sanguiñedo, P., Estevez, M. B., Faccio, R., & Alborés, S. (2019). Nanopartículas de plata biogénicas a partir del hongo *Punctularia atropurpurascens* para el control de microorganismos. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria En Nanociencias y Nanotecnología*, 12(22). <https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485691E.2019.22.67627>
- Seid, G., & Cuello, C. J. (2021). Aprender Metodología de la Investigación: los estudiantes de Sociología ante una materia extraña. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51(2), 133–150. <https://doi.org/10.48102/RLEE.2021.51.2.371>
- Sharma, A., Sagar, A., Rana, J., & Rani, R. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles and its antibacterial activity using fungus *Talaromyces purpureogenus* isolated from *Taxus baccata* Linn. *Micro and Nano Systems Letters*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40486-022-00144-9>
- Sowmya, T. (2022). Lagerania siceraria peel waste aqueous extract mediated silvernanoparticles for degradation of Congo red dye. *Journal of Physics: Conference Series*, 2267(1), 12101. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2267/1/012101>
- Swolana, D., Kępa, M., Kruszniewska-Rajs, C., & Wojtyczka, R. D. (2022). Antibiofilm Effect of Silver Nanoparticles in Changing the Biofilm-Related Gene Expression of *Staphylococcus epidermidis*. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9257. <https://doi.org/10.3390/IJMS23169257>
- Tafur, R. L. (2019). *Tecnologías de cavitación hidrodinámica y nanopartículas de plata para la mejora de la calidad de aguas residuales industriales*, Lima, 2019 [Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48454/Tafur\\_RL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48454/Tafur_RL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Talavera, N. M. E., Apaza, I. Z., Gonzales, C. V., Zea Álvarez, J., Rodrigo, L., & Talavera, B. (2018). Application of nanocompositos clay - carboximethylquitosan - nanoparticles of silver in filters for the treatment of water of rural areas of Camana, Arequipa. *Revista de La Sociedad Química*

*Del Perú*, 84(4), 499–512.

[http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2018000400010](http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000400010)

Travieso, M. del C., Rubio, A., Corzo, M., & Pino, O. (2018). Silver nanoparticles obtained from the residual extract of the hydro distillation of *Thymus vulgaris* L. and its effect on *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli*. *Revista de Protección Vegetal*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e10.pdf>

UNESCO. (2021). The United Nations world water development report 2021: valuing water. In UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375724>

Veeraraghavan, V. P., Periadurai, N. D., Karunakaran, T., Hussain, S., Surapaneni, K. M., & Jiao, X. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles from aqueous extract of *Scutellaria barbata* and coating on the cotton fabric for antimicrobial applications and wound healing activity in fibroblast cells (L929). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(7), 3633–3640. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.05.007>

Velayutham, K., & Ramanibai, R. (2016). Larvicidal activity of synthesized silver nanoparticles using isoamyl acetate identified in *Annona squamosa* leaves against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 74, 16–22. <https://doi.org/10.1016/J.JOBAZ.2016.02.002>

Zazueta, H. M. G., & Velarde, V. M. (2022). Investigación sobre turismo de reuniones en el período 2000-2019: una revisión de literatura. *Instituto Universitario de Ciencia Políticos y Sociales*, 20(3), 779–796. <https://www.proquest.com/docview/2712861266/2061FFEDDF04C2EPQ/>

17

## Anexos

### Anexo1:

#### Matriz de consistencia

<b>Variables de Estudio</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones (factores)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades de Medición</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  <b>AGLOMERADO DE PARTICULAS DE PLATA</b>	Kumar et al. (2022)  Son materiales que pueden ser sintetizadas a partir de plantas, algas o microorganismos, y también pueden ser obtenidas como productos de combustión y en la actualidad la propiedad antimicrobiana de las partículas de plata es aprovechada por las industrias para la fabricación de productos de belleza, medicamentos, tratamientos de agua, etc.	Las partículas de plata se evaluarán a través de las propiedades físicas, propiedades químicas, y condiciones de operación.	Condiciones de operación	Agitación	<i>rpm</i>
				Tiempo	<i>minutos</i>
			Propiedades Físicas	Granulometría	$\mu m$
				Temperatura	°C
				Humedad	%
Propiedades Químicas	pH	<i>Unidad de pH</i>			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>TRATAMIENTO</b>	Ginoble, et al. (2022)  Es un proceso que consiste en la reducción de los índices de contaminación de las aguas superficiales, provenientes de la actividad antrópica (hombre), esto	La eficiencia del tratamiento de agua superficial se medirá, mediante el número de microorganismo	Propiedades Físicas	Temperatura	C°
				Conductividad	<i>uS/cm</i>
				Turbidez	<i>NTU</i>
			Propiedades Químicas	pH	<i>Unidad de pH</i>
				DBO5	<i>mg/L</i>
DQO	<i>mg/L</i>				

<b>TO DEL AGUA SUPERFICIA L DEL RIO LURIN</b>	mediante la aplicación de tecnologías ambientales, asimismo esta se medirá en los parámetros físicos químicos y mediante el análisis de los microorganismos reducidos.	reducidos, las propiedades fisicoquímicas y la eficiencia del tratamiento.	Reducción de la Escherichia coli, utilizando partículas de plata $E = \frac{[Ci] - [Cf]}{[Ci]} \times 100\%$	<i>E</i> %
			Reducción de los coliformes totales, utilizando partículas de plata $E = \frac{[Ci] - [Cf]}{[Ci]} \times 100\%$	<i>E</i> %

**Anexo 2:***Matriz de Operacionalización de Variables*

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p><i>¿Cuál es la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023?</i></p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p><b>A)</b> <i>¿Cuáles son las propiedades físicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum?</i></p> <p><b>B)</b> <i>¿Cuáles son las propiedades químicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum?</i></p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p><i>Determinar la eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023.</i></p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>A.</b> <i>Determinar las propiedades físicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.</i></p> <p><b>B.</b> <i>Determinar las propiedades químicas del agua del río Lurín después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.</i></p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p><i>La eficiencia del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum para tratamiento de agua superficial del río Lurín, Lima 2023 fue superior al 90%</i></p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>H1</b> <i>Las propiedades físicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.</i></p> <p><b>H2</b> <i>Las propiedades químicas del agua del río Lurín mejoraron después del tratamiento con aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.</i></p>

**C)** *¿Cuál es el porcentaje de remoción de la Escherichia coli una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum?*

**D)** *¿Cuál es el porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum?*

**C.** *Identificar el porcentaje de remoción de la Escherichia coli una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.*

**D.** *Identificar el porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum.*

**H3** *El porcentaje de remoción de la Escherichia coli una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum fue eficiente.*

**H4** *El porcentaje de remoción de los coliformes totales una vez aplicado el aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum fue eficiente.*

**1.-Variable 1**

**AGLOMERADOS DE PARTICULAS DE PLATA**

**2.-Variable 2**

**TRATAMIENTO DEL AGUA SUPERFICIAL DEL RIO LURIN**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Parámetros iniciales físicos químicos y microbiológicos****Dirección:** Altura del puente Lurín, ubicado en la antigua panamericana Sur**Tipo de Ensayo:** Parámetros iniciales físicos químicos y microbiológicos**Matriz:** Operacionalización de variables.**Descripción de la Muestra:** Muestra Inicial tomada del Río Lurín**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – Universidad Cesar Vallejo

PH			
Estación	Tipo de resultado	Resultados	
M-INICIAL	Muestra	8.85	
Temperatura			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	°C	19.5
Conductividad Eléctrica			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	µs/cm	176.6
Turbidez			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	NTU	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	4.85
Demanda Química de Oxígeno			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	1175
Coliformes totales			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	2.3x 10 <sup>5</sup>
Escherichia coli			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	mg/l	PRESENCIA

Metodología de análisis: APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B  
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total, Suspended  
 Solids Dried at 103-105°C.



**Néstor Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

## Análisis de la elaboración de Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*

**Dirección:** Altura del puente Lurín, ubicado en la antigua panamericana Sur

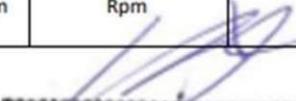
**Tipo de Ensayo:** Análisis de la elaboración de Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*

**Matriz:** Operacionalización de variables.

**Descripción de la Muestra:** Muestra Inicial tomada del Río Lurín

**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – Universidad Cesar Vallejo

pH			
Estación	Tipo de resultado	Resultados	
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	8.10	
Granulometría			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	$\mu\text{m}$	425
Humedad			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	%	31.5
Temperatura			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	C°	35
Tiempo			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	Minutos	25
Agitación			
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados
LABORATORIO	Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de <i>Ocimum basilicum</i>	Rpm	600

  
**Hilder Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

## Parámetros finales físicos, químicos y microbiológicos

**Dirección:** Altura del puente Lurín, ubicado en la antigua panamericana Sur

**Tipo de Ensayo:** Parámetros finales físicos, químicos y microbiológicos

**Matriz:** Operacionalización de variables.

**Descripción de la Muestra:** Muestra inicial tomada del Río Lurín

**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – Universidad Cesar Vallejo

pH					
Estación	Tipo de resultado	Resultados			
M-FINAL	1 g	8.25	8.22	8.20	
	2 g	8.28	8.26	8.31	
	4 g	8.31	8.25	8.24	
	6 g	7.94	8.00	8.13	
	8 g	8.01	8.05	8.03	
	10 g	8.08	8.06	8.05	
Temperatura					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1 g	°C	24.5	23.9	24.2
	2 g		24.3	23.9	24.1
	4 g		24.3	24.5	24.2
	6 g		24.4	24.6	24.5
	8 g		24.6	24.9	24.4
	10 g		24.8	25.0	25.2
Conductividad Eléctrica					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1 g	µs/cm	153	140	146
	2 g		122	125	126
	4 g		102	91	96
	6 g		61	65	60
	8 g		59	62	60
	10 g		58	61	56
Turbidez					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1 g	NTU	12.5	15.5	17.5
	2 g		20.5	20.6	20.8
	4 g		28.2	27.9	28.4
	6 g		34.6	33.4	32.6
	8 g		35.2	33.5	32.8
	10 g		35.1	34.7	35.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1g	mg/l	5.41	5.37	5.43
	2g		5.43	5.48	5.42
	4g		5.34	5.29	5.32
	6g		5.20	5.17	5.24
	8g		5.02	5.00	5.05
	10g		5.00	5.04	5.06

Demanda Química de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1g	mg/l	42.3	43.1	42.7
	2g		41.8	42.1	41.8
	4g		34.6	34.8	34.5
	6g		34.4	35.2	34.7
	8g		30.1	30.4	30.6
	10g		30	29.8	29.5
Coliformes totales					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1g	mg/l	$1,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$
	2g		$1,3 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
	4g		$8,2 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	$7,9 \times 10^1$
	6g		$6,2 \times 10^1$	$6,1 \times 10^1$	$6,4 \times 10^1$
	8g		$3,2 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	$3,5 \times 10^1$
	10g		$1,2 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	$1,4 \times 10^1$
Escherichia coli					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-FINAL	1g	mg/l	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
	2g		AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
	4g		AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
	6g		AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
	8g		AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
	10g		AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Metodología APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B  
 de análisis: Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total, Suspended  
 Solids Dried at 103-105°C.



**Néstor Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

### INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BALANZAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO

<b>Cliete:</b>	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	<b>Fecha:</b>	28/09/2021
<b>Equipo:</b>	PH METRO DE MESA pH/ORP METER	<b>Código:</b>	06007368
<b>Marca:</b>	HANNA INSTRUMENT	<b>Rango pH:</b>	-2.00 a 16.00 Ph
<b>Modelo:</b>	HI2213	<b>Resolución pH:</b>	0.01 pH
<b>Serie:</b>	F0005197		

#### 1. Servicio solicitado por el cliente:

Servicio de mantenimiento preventivo.

#### 2. Inspección visual:

EL ph metro enciende con normalidad.

#### 3. Trabajos realizados:

- El mantenimiento se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura: 20,5 °C a 21,2 °C

Humedad Relativa: 68 % a 71 %

-Verificación de funcionalidad:

Se enciende el equipo para comprobar su operatividad parte interna y externa.

-Revisión de carcasa:

Carcasa en buen estado.

-Revisión de teclas:

Presenta buen funcionamiento.

#### 4. Pruebas realizadas

Limpieza interna y externa de la carcasa.

Pruebas en 4 Ph: 4,01 ; 7 Ph: 7,02 y 10 Ph: 10,01.

Se realizó las pruebas de mantenimiento en el laboratorio de la UCV, usando patrones

La medición del Ph metro se realizó con soluciones buffer ph 4, 7 y 10.

La calibración se realizó por el método de comparación directa con soluciones patrones.

#### RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

VALOR NOMINAL (Ph)	INDICACIÓN DEL EQUIPO( Ph)	TEMPERATURA (°C)	CORRECCIÓN (Ph)	INCERTIDUMBRE +/- (Ph)
7.01	7.02	21.2	-0.01	0.01
4.01	4.01	21.1	0.00	0.01
10	10.01	21.2	-0.01	0.01

#### 5. Observaciones / Recomendaciones

Al realizar la revisión previa el desajuste del ph era elevado, se corrigió realizando un RESET total.

Los resultados luego de borrar los errores son los esperados, pero tarda un poco para lograr la estabilidad deseada.

Es necesario realizar cambio del electrodo, para lograr una rápida respuesta.



Manuel Rivera C.  
Área Técnica

VMC Equipos & Laboratorios S.A.C

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-023-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.

Atención : Universidad César Vallejo SAC.

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales. Ubicado en la Av. Alfredo Mendiola N° 6232. Los Olivos - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS

Número de serie : B421638026 Tipo : Digital.

Clase : II Procedencia : China.

Código : 06007652 Modelo : AV8101

Capacidad máxima : 8100 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.7 °C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.7 °C / 72%

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, Con trazabilidad METROIL.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-08-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimír Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del OIP N° 84286

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	20.7	20.7		72	72

Medición N°	Carga L1 = 4000,0 g			Carga L2 = 8100,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
2	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
3	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
4	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
5	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
6	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
7	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
8	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
9	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12
10	3999.9	0.05	-0.10	8099.9	0.07	-0.12

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>4</td></tr> </table> Posición de las cargas	2	1	3	5		4	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3										
5		4										
	20.7	20.7	72	72								

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2499.9	0.05	-0.10	-0.12
2	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2499.9	0.05	-0.10	-0.12
3	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2499.9	0.05	-0.10	-0.12
4	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2499.9	0.05	-0.10	-0.12
5	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2499.9	0.05	-0.10	-0.12

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	20.7	20.7

H. R. (%)	Inicial	Final
	72	72

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	
1.0	1.0	0.03	0.02	(*)					
50.0	50.0	0.04	0.01	-0.01	50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
100.0	100.0	0.04	0.01	-0.01	100.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
200.0	200.0	0.04	0.01	-0.01	200.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
500.0	499.9	0.04	-0.09	-0.11	500.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
1000.0	999.9	0.05	-0.10	-0.12	999.9	0.05	-0.10	-0.12	0.2
1500.0	1499.9	0.05	-0.10	-0.12	1499.9	0.05	-0.10	-0.12	0.2
2000.0	1999.9	0.05	-0.10	-0.12	1999.9	0.05	-0.10	-0.12	0.2
3000.0	2999.9	0.05	-0.10	-0.12	2999.9	0.05	-0.10	-0.12	0.3
5000.0	4999.9	0.06	-0.11	-0.13	4999.9	0.06	-0.11	-0.13	0.3
8100.0	8099.9	0.07	-0.12	-0.14	8099.9	0.07	-0.12	-0.14	0.3

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,00016g + (0,0000023) I $
------------------------------	---------------------------------

 I = Indicación de la balanza  
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza  
 Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



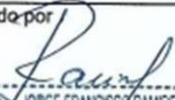
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMI-007-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.  
Atención : Universidad César Vallejo SAC.  
Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales. Ubicado en la Av. Alfredo Mendiola N° 6232. Los Olivos - Lima.  
Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras  
Marca : BINDER  
N° de serie : 16-10043  
Modelo : No Indica.  
Alcance : T. Amb. Hasta 300 °C  
Tipo de Indicación : Indicación digital  
Código : 06007642  
Procedencia : ALEMANIA  
Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2° Edición.  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.7 °C / 72%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.7 °C / 72%  
Patrones de referencia : Patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019 con trazabilidad SWISS CALIBRATION.  
Número de páginas : 4  
Fecha de calibración : 2021-08-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64286



# CELDA EIRL

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	112.4	111.8	111.9	111.6	112.1	110.1	110.2	110.2	110.3	110.5	111.1	2.3
2	110	112.3	111.6	111.6	111.4	111.8	109.8	110.0	110.0	110.1	110.3	110.9	2.5
4	110	112.2	111.5	111.6	111.4	111.8	109.8	110.0	110.0	110.1	110.3	110.9	2.4
6	110	112.3	111.4	111.6	111.4	111.8	109.9	110.1	110.0	110.2	110.3	110.9	2.4
8	110	112.2	111.3	111.5	111.3	111.8	109.8	110.0	109.9	110.1	110.2	110.8	2.4
10	110	111.9	111.2	111.3	111.0	111.5	109.4	109.7	109.8	109.8	110.0	110.6	2.5
12	110	111.7	110.9	111.0	110.8	111.2	109.2	109.5	109.4	109.6	109.9	110.3	2.6
14	110	111.8	110.9	111.1	110.9	111.3	109.4	109.7	109.5	109.7	109.9	110.4	2.4
16	110	111.9	111.0	111.3	111.1	111.5	109.6	109.9	109.7	109.9	109.9	110.6	2.3
18	110	111.9	111.1	111.3	111.1	111.5	109.6	109.8	109.7	109.9	110.0	110.6	2.3
20	110	111.7	111.1	111.1	110.9	111.3	109.4	109.6	109.6	109.7	109.9	110.4	2.3
22	110	111.5	110.9	110.9	110.7	111.1	109.2	109.4	109.4	109.6	109.8	110.3	2.3
24	110	111.4	111.0	111.1	110.7	111.1	109.4	109.6	109.5	109.7	109.8	110.3	2.0
26	110	111.6	111.0	111.4	111.1	111.5	109.8	110.0	109.8	110.0	110.0	110.6	1.8
28	110	111.8	111.1	111.3	111.1	111.5	109.8	110.0	109.8	110.0	110.1	110.7	2.0
30	110	111.7	110.9	111.1	111.0	111.4	109.5	109.8	109.7	109.8	110.0	110.5	2.2
32	110	111.6	110.9	111.0	110.9	111.3	109.4	109.7	109.6	109.8	109.9	110.4	2.2
34	110	111.6	110.9	111.0	110.9	111.3	109.4	109.8	109.6	109.8	109.9	110.4	2.2
36	110	111.6	110.9	111.1	110.9	111.3	109.6	109.9	109.7	109.9	110.0	110.5	2.0
38	110	111.7	110.9	111.2	111.1	111.5	109.7	110.0	109.8	110.0	110.0	110.6	2.0
40	110	111.7	110.9	111.2	111.0	111.5	109.7	109.9	109.8	110.0	110.1	110.6	2.0
42	110	111.7	111.0	111.1	110.9	111.3	109.6	109.8	109.7	109.8	110.0	110.5	2.1
44	110	111.6	110.9	111.1	110.9	111.3	109.5	109.8	109.7	109.9	110.0	110.5	2.1
46	110	111.6	110.9	111.1	111.0	111.3	109.6	109.8	109.7	109.9	110.0	110.5	2.0
48	110	111.6	110.9	111.1	110.9	111.3	109.5	109.8	109.7	110.0	110.0	110.5	2.1
50	110	111.7	110.9	111.1	111.0	111.4	109.6	109.8	109.7	109.9	110.0	110.5	2.1
52	110	111.7	110.9	111.1	111.0	111.4	109.5	109.9	109.7	109.9	110.0	110.5	2.2
54	110	111.6	111.0	111.1	110.9	111.3	109.5	109.8	109.7	109.9	110.0	110.5	2.1
56	110	111.5	111.0	111.1	110.9	111.3	109.5	109.7	109.7	109.8	110.0	110.5	2.0
58	110	111.5	111.0	111.1	110.9	111.2	109.5	109.7	109.7	109.8	110.0	110.4	2.0
60	110	111.5	110.8	111.1	110.9	111.2	109.5	109.7	109.6	109.8	110.0	110.4	2.0
T.PROM	110.0	111.8	111.0	111.2	111.0	111.4	109.6	109.8	109.7	109.9	110.0	110.5	
T.MAX	110.0	112.4	111.8	111.9	111.6	112.1	110.1	110.2	110.2	110.3	110.5		
T.MIN	110.0	111.4	110.8	110.9	110.7	111.1	109.2	109.4	109.4	109.6	109.8		
DTT	0.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7		

Temperatura ambiental promedio : 20.7 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.4	0.3
Mínima Temperatura Medida	109.2	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.2	0.4
Estabilidad Medida (s)	0.50	0.04
Uniformidad Medida	2.5	0.4

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

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

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

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

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

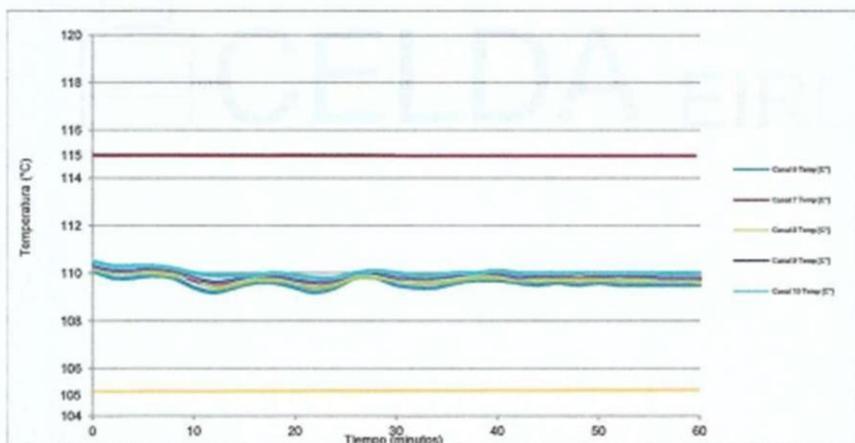
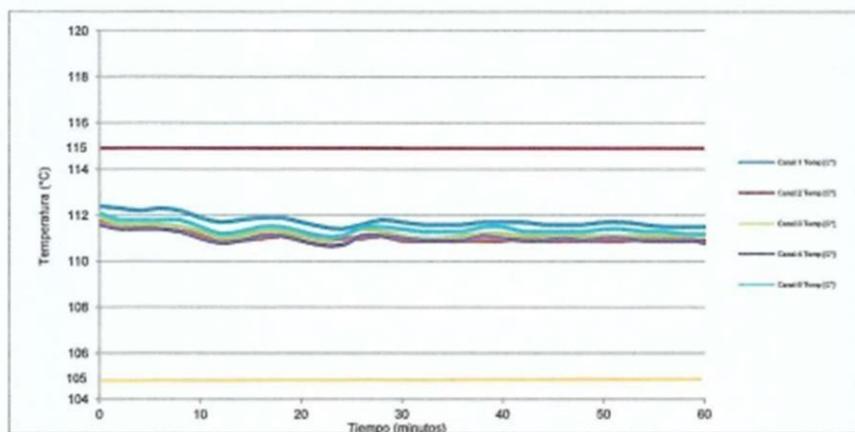
CSL-007-2021

Página 2 de 4



# CELDA EIRL

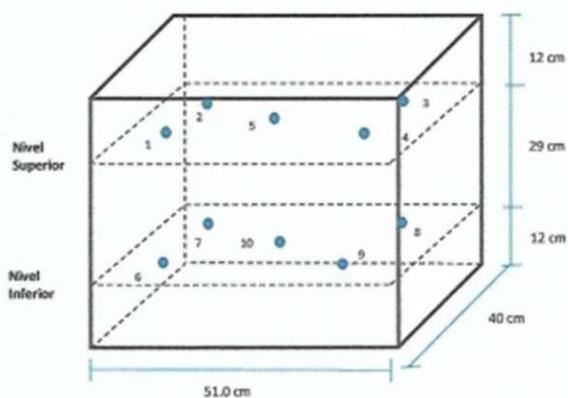
TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CM-007-2021

Página 3 de 4

 **CELDA EIRL**  
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



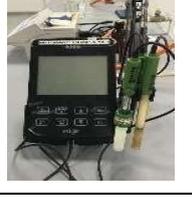
Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 12,5 cm de las paredes laterales.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 14cm del frente y fondo de la estufa.

**Fotografía del interior del medio isoterma**



### Anexo 13. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Definición	Imagen
Fiola de 50 ml - 100 ml - 1000 ml.	Se utilizó para la combinación de reactivos y aforados.	
Vaso precipitado 100ml - 250ml 1000 ml.	Se utilizó para la preparación y calentamiento de las sustancias, además de medir o traspasar líquidos.	
Varillas de vidrio o vigueta	Se utilizó para las mezclas y disoluciones de sustancias, con el fin de homogeneizarlas.	
Luna de reloj	Sirvió para el calentamiento de sustancias o compuestos químicos, hasta obtener precipitados.	
Espátula cuchara	Se utilizó, con el fin de transportar sustancias sólidas	
Pipeta graduada 0.030 ml - 5 ml	Se usó como un medio para poder transportar sustancias líquidas desde un sitio a otro.	

Materiales y equipos	Definición	Imagen
Frascos Winkler de 300 ml	Se utilizó para la combinación de DBO <sub>5</sub> y para la incubación en la estufa.	
pH metro de mesa	Un equipo el cual nos permitió medir el pH, la Conductividad, el Oxígeno Disuelto, etc.	
turbidímetro OAKTON	Es un instrumento que nos permitió medir las partículas suspendidas que hay en el agua.	
Conductímetro de mesa HANNA modelo HI5521	Equipo que nos permitió medir el pH, la temperatura, Redox, la conductividad, TDS, contenido de sal y la resistencia.	
Multiparámetro fotometer DQO HANNA modelo HI83099	Equipo capaz de medir los parámetros importantes de la calidad del agua potable y aguas residuales.	
Horno de esterilización	Equipo que nos permitió la desinfección y esterilización de los microorganismos sin dejar residuos tóxicos.	

Reactor HANNA Modelo HI839800	Este equipo se utilizó para el procedimiento de DQO.		-	-	-
Balanza analítica OHAUS	Equipo fundamental en un laboratorio, el cual nos brindó el peso respectivo de cada reactivo.		Centrifuga de mesa	Se utilizó para la sedimentación de las partículas de plata.	
Papel Kraft	Se utilizó para el tapado del Matraz Erlenmeyer para llevarlo a la autoclave		Agitador magnético	Es un instrumento electrónico que realizó la agitación de las partículas de plata.	
Papel aluminio	Se utilizó para el cubrimiento de las partículas de plata.		Probeta	Un instrumento que permitió la medición del volumen, teniendo la precisión necesaria.	
Whatman 0.45 µm	Material de laboratorio que nos permitió la filtración del sedimento de las partículas		Embudo de Filtración	Instrumento acompañado de un filtro, que sirvió para la separación de los elementos líquidos y sólidos.	
Plumón indeleble	Se utilizó para la rotulación de muestras		Tubos de ensayo	Se utilizó para el reposo de pequeñas muestras, líquidas o sólidas.	

Cocinilla	Equipo que permitió el calentamiento del Caldo EC		Algodón	Se utilizó para un correcto sellado del Matraz Erlenmeyer	
Cajas de Petri	Se utilizo para la creacion de los cultivos de microorganismos		tubos de 18 x 150 mm con campana Durham	Se utilizó para la determinación y producción de los gases de los microorganismos.	

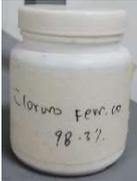
Baño maría	Se utilizó para el calentamiento de líquidos a temperaturas suaves y uniformes		Gradillas para tubos de 18 x 150 mm.	Son materiales que sirvieron como soporte para los tubos de ensayo para una reacción química.	
autoclave	Equipo que permitió la esterilización y eliminación de toda la forma de vida microbiana		Estufa de Incubación	Equipo utilizado para la incubación de cultivo de células, las cuales estuvieron a una temperatura de 37 C°.	
Pabilo	Se uso para forrar el Matraz Erlenmeyer y pode llevarlo a autoclave		Matraz Erlenmeyer	Material usado para llevar a cabo las titulaciones o preparar medios de reacción o disolución.	

#### Anexo 14. Reactivos

Reactivos	Imagen
Fosfato mono potásico	
Fosfato disódico di hidratado	

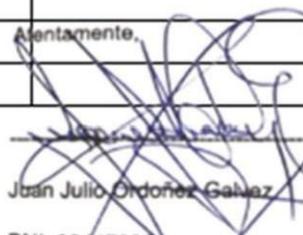
Reactivos	Imagen
Fosfato dipotásico	
Cloruro de amonio	

Cloruro de calcio	
Sulfato de magnesio	
Ácido sulfúrico	
Sulfato de plata	
Nitrato de plata	
Hidróxido de sodio (NAOH)	
Caldo lauril triptosa (CLT).	
Medio EC	

Cloruro férrico	
dicromato de potasio	
sulfato de mercurio	
Etanol	
Agua destilada	
<i>Ocimum basilicum</i> (Albahaca)	
Caldo bilis lactosa verde brillante	
Caldo E. Coli	

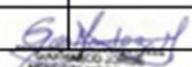
## Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

Ficha N°1. Ficha de análisis de los parámetros físicos y químicos del Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata				
Título:	Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata para descontaminar aguas del río Lurín, Lima 2023			
Línea de investigación:	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables:	Harcaya Alcántara, Dayana Sthefany Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario			
Asesor:	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo			
Lugar:		Fecha:		
Ítem	Propiedades Físicas		Propiedades Químicas	Observaciones
	Temperatura (C°)	Volumen (mL)	Potencial de Hidrogeno (pH)	
01				
02				
03				
04				
05	Aumentamente,			
06				

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308



  
 LUIS F. ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111711

  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 220248  
 Ing. Gianmarco Jorge, Mendoza Mogollón  
 DNI: 72946347  
 CIP: 200348

**Ficha N°2. Ficha de análisis de condiciones de operación del Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata**

<b>Título:</b>	Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata para descontaminar aguas del río Lurín, Lima 2023		
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales		
<b>Responsables:</b>	Huarcaya Alcántara, Dayana Sthefany Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario		
<b>Asesor:</b>	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo		
<b>Lugar:</b>		<b>Fecha:</b>	
Ítem	Condiciones de operación		Observaciones
	Temperatura (C°)	Agitación (rpm)	
01			
02			
03			
04			
05			
06			

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

LUIS FERRER  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111111

INGENIERA MUGALLÓN  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 200348  
Ing. Gianmarco Jorge, Cecilia Mogollón  
DNI: 72946347  
CIP: 200348

**Ficha N°3. Ficha de porcentaje de microorganismos reducidos mediante la aplicación del Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata**

<b>Título:</b>	Aglomerado de compuesto de hojas de Ocimum basilicum con nitrato de plata para descontaminar aguas del río Lurín, Lima 2023						
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
<b>Responsables:</b>	Huarcaya Alcántara, Dayana Sthefany Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario						
<b>Asesor:</b>	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo						
<b>Lugar:</b>				<b>Fecha:</b>			
Ítem	Concentración de la síntesis (mg/l)	Volumen de la solución (ml)	Parámetros (microorganismos)		Concentración inicial (Ci)	Concentración final (Cf)	Observaciones
			Escherichia Coli (NMP/100ml)	Coliformes Fecales (NMP/100ml)			
01							
02							
03							
04							
05	atentamente,						
06							

Juan Julio Ochoa Galvez

DNI: 08447308

LUIS FELMER  
HOLGUIN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111411

Ing. Gianmarco Jorge, Mengozza Mogollón  
DNI: 72946347  
CIP: 200348

**Ficha N°4. Ficha de análisis de las propiedades fisicoquímicas del agua del río Lurín**

<b>Título:</b>	Aglomerado de compuesto de hojas de <i>Ocimum basilicum</i> con nitrato de plata para descontaminar aguas del río Lurín, Lima 2023							
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales							
<b>Responsables:</b>	Harcaya Alcántara, Dayana Sthefany Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario							
<b>Asesor:</b>	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo							
<b>Lugar:</b>						<b>Fecha:</b>		
Ítem	Propiedades Fisicoquímicas del agua							Observaciones
	Volumen de la muestra (ml)	Temperatura (C°)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	
01								
02								
03								
04								
05	Atentamente,							
06								

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

LUIS FERRER  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111211

MENDOZA MUGOLLON  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 200348  
Ing. Gianmarco Jorge, Mendoza Mogollón  
DNI: 72946347  
CIP: 200348

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de los parámetros físicos y químicos de la aplicación del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.
- 1.5. Autores de Instrumento: Huarcaya Alcántara, Dayana Sthefany – Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%

Lima, 18 de noviembre del 2022

Atentamente,

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 CIP 89872

DNI No. 68447908 Telf.: 991568552

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.6. Apellidos y Nombres: Mendoza Mogollón, Gianmarco Jorge
- 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.8. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Hídricos
- 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de las condiciones de operación para la obtención del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.
- 1.10. Autores de Instrumento: Huarcaya Alcántara, Dayana Sthefany - Melgarejo Ramirez, Pilar Rosario

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%
-----

Lima, 26 de noviembre del 2023



**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 Ing. Gianmarco Jorge Mendoza Mogollón  
 DNI No 2946347      Telf: \_\_\_\_\_  
 CIP: 200348

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.11. Apellidos y Nombres: Holguín Aranda, Luis Fermín  
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de porcentaje de microorganismos reducidos mediante la aplicación del aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de *Ocimum basilicum*.  
 1.15. Autores de instrumento: Huarcaya Alcántara, Dayana Sthefany – Melgarejo Ramírez, Pilar Rosario

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación  
 - El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%
-----

Lima, 26 de julio del 2023



LUIS FERMIN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP \_\_\_\_\_

DNI No \_\_\_\_\_ Telf: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aglomerado de partículas de plata sintetizado con extracto de Ocimum basilicum para tratamiento de agua superficial del río

Lurín, Lima 2023", cuyos autores son MELGAREJO RAMIREZ PILAR ROSARIO, HUARCAYA ALCANTARA DAYANA STHEFANY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 23 de Agosto del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO <b>DNI:</b> 01066653 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJA VEN el 23-08- 2023 22:12:04

Código documento Trilce: TRI - 0649948