



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas
de plata sintetizadas con el *Agave americana* L. Comas, Lima
– 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Peña Pecho, Jhanyra Aylin (ORCID: 0000-0002-9779-2336)

Quispe Cutipa, Diana Elizabeth (ORCID: 0000-0002-6874-6971)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación con mucho amor a Dios, a mis padres Miguel y María por su apoyo incondicional, a mis hermanos por motivarme día a día a seguir por el camino del profesionalismo.

Jhanyra Aylin Peña Pecho

Dedicado a mis padres, Petrona y Teófilo y hermanos por alentarme a seguir adelante y brindarme su apoyo en todo momento, a mi hijo Mateo Valentino, por ser mi fuerza y mayor motivación.

Diana Elizabeth Quispe Cutipa

Agradecimiento

Esté presente trabajo de investigación, se realizó con mucho esfuerzo de las integrantes y perseverancia a seguir adelante para culminar con éxito, a Dios por aún mantenernos con vida para terminar la tesis, a nuestras familias por sus motivaciones, consejos y apoyo a no rendirnos, Al Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo por guiarnos en todo momento y a la Universidad César Vallejo por los años de formación y nuestro desarrollo como Ingenieros Ambientales.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1.- Tipo, diseño y nivel de investigación.....	26
3.2.- Variables y Operacionalización.....	27
3.3.- Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	27
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5.- Procedimiento.....	30
3.6.- Método de análisis de datos.....	39
3.7.- Aspectos éticos.....	40
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	73

Índice de tablas

Tabla 1. Características de las aguas grises.....	5
Tabla 2. Promedio de validación por juicio de expertos	29
Tabla 3. Característica de las hojas del <i>Agave americana</i>	34
Tabla 4. Relación de volúmenes de reactante y reductor utilizados en la síntesis de AgNPs.....	37
Tabla 5. Parámetros físicos, químicos, biológicos de aguas grises domésticas	41
Tabla 6. Condiciones operacionales para la síntesis de AgNPs	42
Tabla 7. Caracterización de las Nanopartículas de plata mediante (DLS)	45
Tabla 8. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M1 AgNPs-Aa.....	46
Tabla 9. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M2 AgNPs-Aa.....	47
Tabla 10. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M3 AgNPs-Aa.....	48
Tabla 11. Porcentajes de reducción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a 75 min.....	49

Índice de figuras

Figura 1. Tamaño y comparación.....	10
Figura 2. Métodos de síntesis de nanopartículas.....	12
Figura 3. Fase de la síntesis verde de AgNPs	13
Figura 4. Agaves en Lima Metropolitana.....	25
Figura 5. Fases del procedimiento	30
Figura 6. Ubicación de zona de estudio	31
Figura 7. Toma de muestra de aguas grises.....	32
Figura 8. Recolección de hojas de Agave:.....	32
Figura 9. Análisis del agua grises doméstica inicial	33
Figura 10. Acondicionamiento.....	35
Figura 11. Preparación del reductor: a) pesado de la hoja y volumen de agua destilada, b) ebullición, c) filtrado y d) extracto de <i>Agave americana</i>	35
Figura 12. Preparación de la solución de AgNO ₃ 0.001 M	36
Figura 13. Muestras de nanopartículas de plata sintetizadas con <i>Agave americana</i> : M1 AgNP-Aa, b) M2 AgNP-Aa y c) M3 AgNP-Aa	37
Figura 14. Nanopartículas de plata sintetizadas con <i>Agave americana</i>	38
Figura 15. Equipo de dispersión de luz dinámica.....	38
Figura 16. Aplicación de AgNPs sintetizadas con <i>Agave americana</i> en aguas grises.....	39
Figura 17. Tratamiento mediante Prueba de Jarras.....	39
Figura 18. Caracterización de M1 AgNPs-Aa mediante DLS.....	43
Figura 19. Caracterización de M2 AgNPs-Aa mediante DLS.....	44
Figura 20. Caracterización de M3 AgNPs-Aa mediante DLS.....	45
Figura 21. Comparación de porcentajes de turbidez en el tiempo de 75 min.....	49
Figura 22. Comparación de porcentajes de OD en el tiempo de 75 min.....	50
Figura 23. Comparación de porcentajes de DQO en el tiempo de 75 min.	50

Figura 24. Comparación de porcentajes de DBO5 en el tiempo de 75 min.....	51
Figura 25. Comparación de porcentajes de Sólidos totales en el tiempo de 75 min	51
Figura 26. Comparación de porcentajes de Sólidos Disueltos en el tiempo de 75 min	52
Figura 27. Reducción de Sólidos Suspendidos Totales a 75 min	52
Figura 28. Comparación de porcentajes de remoción de Coliformes Totales en el tiempo de 75 min	53

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar los resultados de la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, de tipo aplicada, y diseño experimental. Para la obtención de nanopartículas de plata se utilizó una solución de nitrato de plata de 0.001 M y extracto de hojas de *Agave americana*, se realizaron 3 pruebas con diferentes volúmenes del extracto. La síntesis de AgNPs se realizó a 55°C a 300 rpm, el tiempo de reacción fue de 5 minutos, observándose la variación de color. La caracterización se realizó mediante la técnica de dispersión de luz dinámica (DLS) para conocer el tamaño y dispersión de las AgNPs sintetizadas con el extracto de Agave. Posteriormente se determinó que las AgNPs de 22.4 nm con una polidispersidad de 0.148 obtuvo mejores resultados en el tratamiento de aguas grises domésticas, aplicando una dosis de 10 mililitros de AgNPs 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 grises.

Palabras clave: Aguas grises, nanopartículas de plata, *Agave americana*, síntesis verde.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the results of the application of silver nanoparticles synthesized with *Agave americana* in the treatment of domestic gray water. The research approach was quantitative, applied type, and experimental design. To obtain silver nanoparticles, a 0.001 M silver nitrate solution and *Agave americana* leaf extract were used. Three tests were performed with different volumes of the extract. The synthesis of AgNPs was carried out at 55°C at 300 rpm, the reaction time was 5 minutes, observing the color variation. The characterization was carried out using the dynamic light scattering (DLS) technique to determine the size and dispersion of the AgNPs synthesized with the *Agave* extract. Subsequently, it was determined that AgNPs of 22.4 nm with a polydispersity of 0.148 obtained better results in the treatment of domestic gray water, applying a dose of 10 milliliters of AgNPs in a time of 75 minutes, it was possible to reduce 88% of the turbidity, the 76% of the chemical oxygen demand, 40% of the biological oxygen demand, total solids at 78%, dissolved solids at 81%, total suspended solids at 68% and total coliforms at 100%, thereby improving the quality of the grey waters.

Keywords: Gray water, silver nanoparticles, *Agave americana*, green synthesis.

I. INTRODUCCIÓN

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial se ha registrado un 88% de enfermedades por el desabastecimiento de agua llevando a situaciones extremas a gran cantidad de personas por el agua contaminada. Además, la contención de los recursos hídricos representa un gran problema ambiental por diferentes actividades antropogénicas (Chávez, 2018). El agua tiene una variedad de sustancias solubles e insolubles como las partículas coloidales que miden aproximadamente entre 1 y 1000 mil micrómetros difíciles de remover (López, 2018).

Es conveniente mencionar la importancia del acceso al agua como parte del desarrollo socioeconómico del país, en los sectores de ganadería, industria, agricultura y vida diaria; por ello es preocupante, ya que las fuentes de contaminación son originadas por las actividades de las personas (Carrasquero et al., 2017). El desarrollo de la tecnología altera la composición del agua reflejado en las propiedades fisicoquímicas como el olor, sólidos totales, color, concentraciones de materias orgánicas, entre otros (Carrasquero et al., 2018).

Los efluentes domésticos son producto de actividades diarias de las personas, conteniendo cantidades de agentes contaminantes exigiendo retirar con un tratamiento previo de forma adecuada, segura para la salud y medio ambiente (Gonzales y Quispe, 2020). Estudios de diferentes países indicaron los porcentajes sobre fuentes de agua grises, encontrando el 60 a 70% de contaminación de aguas grises (Franco, 2007).

En América Latina, el tratamiento de aguas residuales ha alcanzado a duplicarse desde finales de los años 90. A la fecha, entre un 20% y 30% de aguas residuales reciben un tratamiento. Lo que significa que el 70% y 80% de los efluentes son vertidos sin recibir un tratamiento (UNESCO, 2017).

Según la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014), en nuestro país se vierte aproximadamente 2 217 946 m³/día de aguas residuales al alcantarillado, y solo el 32% reciben tratamiento y en Lima se genera acerca de 1 202 286 m³/día, de los cuales solo el 20,5% tienen un tratamiento previo.

A nivel local, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), informó que Lima Metropolitana se ubica en una región árida sin precipitaciones (10 mm/año), y que los ríos Rímac, Chillón y Lurín tienen poco caudal, registrando altos niveles de contaminación por actividades industriales, domésticas y agrícolas. Es fundamental utilizar la nanotecnología como técnica importante para el desarrollo de esta investigación para el tratamiento de agua que sean amigables con el medio ambiente, de bajo costo y que además permitan su reutilización.

Por lo mencionado, se planteó como **problema general** ¿Cuáles son los resultados de la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022?, y como **problemas específicos** ¿Cuáles son las condiciones operacionales de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022?, ¿Cuáles son las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022? y ¿Cuál será la dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022?.

La investigación se justifica por tener alcances beneficiosos dividiéndose de la siguiente manera; alcance **social** el uso de nanopartículas de plata a desinfectar el agua gris lo que reducirá la generación de gérmenes patógenos, los que terminaran en la reducción de olores fétidos dando una mejor calidad de vida a los pobladores. En el alcance **ambiental**, adoptará el tratamiento del agua gris con nanopartículas, permitiendo el uso del agua residual para el riego de plantas de parques, jardines, recuperándose la flora y fauna donde el ambiente será amigable y sostenible. Alcance **económico**, permitirá bajar los costos del tratamiento del agua en el PTAR, ya que se encontrarán más saludables y con menos bacterias permitiendo un rápido reúso del agua residual gris doméstica.

Por ello, se plantea como **objetivo general**: Evaluar los resultados de la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022 y como **objetivos específicos**: Identificar las condiciones operacionales de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* tratamiento de aguas grises domésticas en

Comas, Lima - 2022, determinar las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022 y determinar las dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022.

Con respecto a los problemas propuestos se formuló la **hipótesis general**: La aplicación de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* influye en el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022. Y como **hipótesis específicos**: Las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* influyen en el tratamiento de las aguas grises domésticas en Comas, Lima-2022 y las dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* influyen en el tratamiento de las aguas grises domésticas en Comas, Lima-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Las aguas residuales son definidas como aguas procedentes de vertidos de usos domésticos, urbanos, industriales, de servicios, entre otros (Martin, 2009). Considerando que las aguas residuales tratadas pasan por proceso físico, químico y/o biológico que lo vuelven apto para su reutilización, usualmente puede ser para uso doméstico y agua de riego. A través de un proceso físico se separan los sólidos del agua; mediante el proceso biológico con una asociación de microorganismos se elimina la materia orgánica y ya con un proceso químico se elimina los microorganismos presentes (Winward et al., 2008). La cloración es un método muy utilizado sin embargo una de las desventajas es que el cloro al reaccionar en el ambiente origina subproductos con efectos adversos.

Las aguas residuales domésticas son desechos por las actividades o la fase de alteraciones de su composición física, química y biológica, clasificando como aguas residuales domésticas procedentes de casas, edificios e instituciones; municipales que son trasladadas por un sistema de alcantarillado de una localidad abarcando aguas pluviales e industriales originadas por procesos de industrias (Gamarra, 2016).

Las aguas grises domésticas no son aguas negras, es decir, que no son provenientes de los inodoros, esto son líquidos que provienen de cocinas, de lavados, duchas, y generalmente está compuesta por nitrato, fosfato, materias orgánicas, partículas de residuos por alimentos y de jabones (Contreras y Herrera, 2021).

Las aguas grises se derivan por 3 tipos; el Tipo 1, procedente de aguas en baja carga, es decir son extraídos de las bañeras, lavado, ducha; el Tipo 2, son líquidos de media carga (aguas de lavadoras), y finalmente el Tipo 3, aguas que tiene alta carga, estas son líquidos extraídos de lavavajillas, lavadero de cocina (Contreras y Herrera, 2021). En la tabla 1 se muestran las principales características de las aguas grises según su origen.

Tabla 1. Características de las aguas grises

Origen	Características
Lavavajillas	<ul style="list-style-type: none">- Presenta residuos de alimentos, grasas y aceites.- Cantidades variantes de coliformes- Presenta gran cantidad de sólidos suspendidos totales, mayor que las aguas servidas.- Aumento de los microorganismos.- Malos olores- Concentración de detergentes y blanqueador.- Burbujas (espumas)- Alta demanda de oxígeno
Ducha y lavadero	<ul style="list-style-type: none">- Normalmente pertenece al agua mínimamente contaminada- Las aguas de tina y ducha presentan coliformes.- Puede contener orina, en el caso de personas que presenten algunas infecciones en el tracto urinario se puede evidenciar la presencia de microorganismos.- Comprende cabellos y artículos de higiene (shampoo, jabones y dentífrico)- Baja demanda de oxígeno.
Lavadora	<ul style="list-style-type: none">- Presencia de coliformes.- Presenta detergentes (sodio, fósforo, boro, amonio, nitrógeno)- Espuma.- Altos niveles de pH.- Alta salinidad.- Cantidad considerable de sólidos suspendidos- Turbidez elevada.
Piscina	<ul style="list-style-type: none">- Mayor concentración de microorganismos.- Mayor presencia de residuos de productos químicos utilizados en el mantenimiento, aceites de uso corporal, cosméticos, etc.- Polvo, cabellos, pelusas.

Fuente: Franco (2007)

Los parámetros para poder determinar la condición del agua se realizan en base a criterios físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, para conseguir información clara y significativa en las características en las aguas grises domésticas.

La temperatura, es un componente físico primordial en el agua y también influye mucho en las actividades biológicas, filtración del oxígeno, precipitación de compuestos, en la purificación y sobre todo en procesos de floculantes o sedimentos, existen factores ambientales que puedan variar la temperatura en el agua, ya que permiten medir los niveles térmicos de un cuerpo, entonces si la temperatura es elevada incrementa la DBO5 y disminuye el OD (López y Moyón, 2011).

Turbidez (NTU), es el grado de transparencia que tiene el agua, ya que son las cantidades de partículas en suspensión, la composición orgánica, microorganismos, etc., para la práctica para la remoción no solo es origen, estructura, composición, forma de las partículas sino el tamaño y comportamiento (Contreras y Herrera, 2021).

Potencial de hidrógeno (pH), es un parámetro químico indicando la concentración de iones hidronio con el rango de 0 - 14, siendo el 7 un medio neutro, si el pH es menor de 7 se considera ácido y mayor es agua alcalina (básica), en las aguas domésticas suelen alcanzar mayor parte de alcalinidad por elementos del jabón, limpiadores, detergentes, de esta manera el pH ayudará en procesos de desinfección y una buena coagulación (Valera, 2017).

Conductividad Eléctrica (CE), tiene la capacidad para trasladar la corriente eléctrica, dependiendo si tiene la presencia de iones en el agua permitiendo saber su concentración, movilidad, carga, y la temperatura, si esta presenta gran concentración de iones mostrará mayor conductividad en el agua (Solís et al., 2017). Por otra parte, Patiño (2018) indica que la capacidad de la corriente eléctrica es la medición según su disposición molecular y atómica.

Potencial Redox, es efectiva para medir la energía química informando la potencialidad de la oxidación o reducción de electrones, ya que se convierte en energía eléctrica en mV, indicando que la actividad de oxidantes o reductores del

agua va ser en función de su concentración, además en el agua residual su carga es alta por tener presencia de materia orgánica, siendo reductor y mostrará el potencial redox muy negativa (Guillemes, 2014). Esto quiere decir que los valores obtenidos de la medición de potencial redox se mostrarán en el procedimiento.

Oxígeno Disuelto (OD), tiene una concentración del agua en ppm y son expresados en mg/l, también depende de la temperatura ya que son factores relacionados entre sí, es decir, si los niveles de OD suele ser diferentes por las profundidades, o por cambios significativos en la temperatura del agua (invierno, verano) (Peña, 2007).

Demanda Química de Oxígeno (DQO) es el exceso de O₂ consumido por agentes reductores que están presentes en el agua sin la participación de organismos vivos, determinando la capacidad total de materia orgánica en oxidación, y si el agua contaminada tiene mayor carga orgánica su DBO₅ va ser con valores altos (Barrenechea, p.35).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), se determina por tener mayor OD que acaba con los microorganismos en el desarrollo de la oxidación biológica de sustancia orgánica presentes en el agua contaminada, permitiendo tener un tratamiento para las aguas grises domésticas por 5 o 3 días incubado a una temperatura de 20°C, expresado en mg/l (Espigares y Pérez, 1985).

Coliformes Totales (CT), conocidas como bacterias Gram negativa, indicando gran contaminación en las aguas grises, forma una lactosa fermentada con temperaturas de 35 a 37 °C produciendo ácido y CO₂ (Sotil, 2017). Respecto a ello Núñez et al. (2014) analizó aguas grises domésticas y los recuentos mayores corresponden a coliformes totales. Para el control de los coliformes presentes en el agua se debe hacer un análisis donde garantice el proceso del tratamiento reduciendo los niveles de contaminación en las aguas residuales

Sólidos Totales (ST), es una materia que se produce como residuo luego de un procedimiento de evaporación y secado con una temperatura de 103 a 105 °C, ya que es necesario tener una gran cantidad de sustancias líquidas o semilíquidas en

aguas residuales, así permitirá cuantificar y evaluar el grado de contaminación que existen en las aguas residuales domésticas (Agudelo y Alvear, 2015).

Sólidos Disueltos (SD), es la suma de materias orgánicas e inorgánicas disueltas en una muestra de agua, también dependerá la conductividad por la disposición de ionizar y la salinidad, además es un indicador para la calidad de sales en el agua (Jaya, 2017).

El tratamiento de aguas residuales permitirá eliminar los peligros a la salud y al ambiente. Según Bermeo y Salazar (2013), indicó que se debe tener la disponibilidad de la zona en riesgo para la confiabilidad del tratamiento y facilidad para optimizar a futuros estudios. Por ello, tenemos el Pre-Tratamiento que tiene la función de extraer mayor cantidad de materias en las aguas grises; el desarenador que tiene el objetivo de eliminar materias pesadas que son superiores de 200 micras; tratamiento primario que tiene la finalidad de disminuir los sólidos suspendidos en las aguas residuales, determinando con un filtrado que retiene partículas que superan a una micra; con los 2 tipos de proceso de separación de sólidos - líquido y el proceso mixto.

Existen estudios sobre tratamientos de aguas grises, permitiendo conocer el método exacto, ayudando a que sean reutilizadas. Díaz y Ramírez (2016), indicaron que las aguas grises no tienen crecimiento de bacterias, pero el pH de 7.55 y en sólidos sedimentados totales 59 mg/L, proponiendo un almacenamiento primario del agua, después la sedimentación con un 70% de los STT, coagulación (dosificador y agitador), mezclador el filtrado utilizando grava, arena, carbón activo. Se determinó las dosis del coagulante para el tratamiento con el método de jarras, tuvieron 45 litros de agua un 7.9 gr de coagulante y 90 litros de agua 15.8 gr de coagulante. Concluyendo que el sistema de tratamiento de aguas grises tuvo el 26% de ahorro de agua total de los domicilios siendo apto para el riego.

Siquila and Kapesa (2022), realizaron un tratamiento de aguas grises domésticas con fines de riego mediante un sistema de filtración lenta de arena y cenizas a pequeña escala. El sistema que contenía cenizas volantes mejoró considerablemente la calidad de las aguas grises para fines de riego reduciendo la turbidez en un 95 %, y aumentando el oxígeno disuelto en un 33 %. Sin embargo, se

observó que el pH, los sólidos disueltos totales y la conductividad eléctrica eran ligeramente más altos en el efluente de aguas grises tratadas.

Daives et al., (2018), implementaron un diseño alternativo para reutilizar las aguas grises domésticas. Mediante un filtro para captar las grasas, residuos de jabón y materia orgánica. Después se analizó coliformes totales con un post floculante para evaluar la turbidez, post filtro y el post desinfectante. No encontraron coliformes totales y el sistema fue adaptable, libre de contaminación y sobre todo da posibilidades para las personas lo adapten para el cuidado del medio ambiente.

Morales (2018), diseñó un tratamiento de aguas grises jabonosas y su reutilización doméstica. Se realizó con un filtro y plantas acuáticas (*Lemna minor*) y berros (*Nasturtium officinale*). Como resultado obtuvo en su primera etapa de muestreo de los 4 puntos, considerando los valores altos en SDT 142 mg/L, en SST se tiene 0.389 mg7L, en la segunda etapa se analizó que en el pH el que obtuvo más es la 9.89. Determinando el grado de la contaminación de acuerdo a los puntos M1, ya que se comparó con los estándares de calidad ambiental (ECA), concluyendo que la M1 tuvo valores elevados en DBO5 y DQO estando por encima del ECA.

Algunos de los métodos utilizados para un tratamiento de aguas residuales son los coagulantes naturales que son obtenidos de diversas plantas, por lo que podrían ser candidatas para la síntesis de nanopartículas de plata. Referente a ello, Parraguez (2020), determinó concentraciones y periodo de contacto de la penca azul (*Agave americana*) en la turbidez y los sólidos suspendidos totales (SST) en aguas residuales del proceso de extracción de aceites de limón. En su análisis de turbidez y Sólidos Suspendidos Totales (SST) alcanzaron el 92% y 97% en reducción efectiva para un tratamiento de aguas residuales.

Coronado (2018), determinó la eficiencia del Maguey (*Agave americana L*) y de la sábila (*Aloe vera*) para remover la materia orgánica del río Lurín. Los resultados excedieron los ECAs, en DBO5 se tuvo 30 y 50 mg/L y en DQO un 90.7 mg/L. Sus resultados de las dosis en la disminución de materia orgánica del Maguey (*Agave americana L.*) fue de 0.6 g/L, reduciendo su concentración de DBO5 con 81% y DQO con 81%, después con el coagulante natural de la Sábila (*Aloe Vera*) de DBO

5 con 80% y DQO con 81% y la combinación del *Agave americana* L. + Aloe Vera tuvo resultados de DBO5 con 76% y DQO con un 67%. CONTRERAS, K. y GUTIÉRREZ, T. (2015), utilizaron coagulante natural del *Agave americana* L., resultando ser eficiente para el tratamiento de aguas y ayudó la turbidez al 80% de aguas contaminadas por Pb.

Jaimes (2016), evaluó la eficiencia del nopal como coagulante por un sistema de filtración para remover contaminantes de aguas domésticas Logrando remover la turbidez un 99% en SST un 88%, DQO un 82% y de coliformes totales un 85%, obteniendo resultados buenos para la reutilización del agua satisfaciendo a la población y a futuras investigaciones.

A la fecha se han realizado diversas investigaciones sobre la nanotecnología, referentes a la obtención de nanomateriales, caracterización y aplicación en diversas áreas. Han et al., (2017), indicó que es una ciencia que estudia el manejo de materiales en escala nanométrica, consideradas en el rango de 1 a 100 nm (Figura 1). Por lo que se define nanotecnología como el estudio, diseño, síntesis, manipulación y aplicación de materiales funcionales, dispositivos y sistemas a través del control de la materia a escala y el uso de las nuevas propiedades en esa escala.

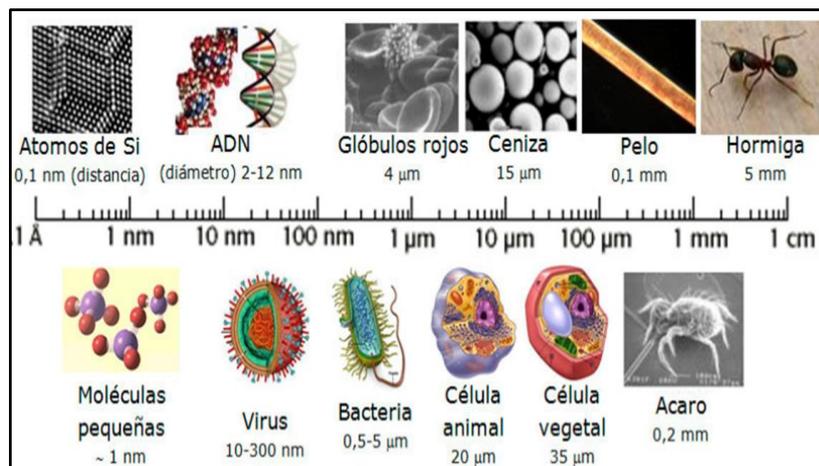


Figura 1. Tamaño y comparación

Fuente: (Fiona M. Britto y Guillermo R. Castro, 2012)

Esta disciplina puede aplicarse en diversos campos científicos, alcanzado mayor notoriedad, debido a sus múltiples aplicaciones en medicina, biología, ciencia de

materiales, electrónica, ecología, industria de los alimentos, tratamiento de agua entre otras. Por otro lado, Cardoso, (2016), mencionó sobre la elaboración y aplicación de estructuras de materiales a escala nanométrica, entre 0,2 nm a 100 nm. Se aplica en campos como la informática, imágenes, catálisis químicas, cosméticos, medicina, síntesis de materiales, entre otros.

Sánchez (2017) refirió que una nanopartícula es un tipo de nanoestructura cero dimensional, en la que los clusters de átomos que lo componen poseen un tamaño de 1-100 nm. Sus principales propiedades derivan de la relación superficie-volumen. Acerca de la plata (Ag), es un componente químico con N° atómico 47, considerado un elemento antimicrobiano, y empleado como un desinfectante en el agua (Tarazona y Peña, 2011). Por lo que las nanopartículas de plata (AgNPs) presentan también propiedades bactericidas, otra propiedad importante es la relación área/volumen, ya que, si el diámetro disminuye, el área superficial de la partícula aumenta y en consecuencia se produce un incremento de las propiedades originales del material.

Diversos procedimientos químicos y físicos han sido empleados para obtener nanopartículas. Estas técnicas físicas son conocidas como procedimientos de tecnología de aerosol, la litografía por usos de láser y de campos ultrasonidos donde tiene como resultados óptimos y exitosos para la producción de las nanopartículas, sin embargo, son muy costosas por los equipos o altas cantidades de energía (Cardoso, 2016).

La síntesis química es uno de los métodos mayormente empleados por su alto potencial para ser escalado a nivel industrial. Puesto que, permite preparar nanopartículas de tamaño homogéneo. La síntesis se efectúa mediante dos etapas principales; nucleación y crecimiento, además se utilizan componentes como el precursor metálico, agente reductor y agente estabilizante. Este método requiere de atención especial ya que genera subproductos contaminantes al medio ambiente (Sánchez, 2017).

La síntesis de nanopartículas mediante el método bottom-up, radica en unir átomos y moléculas por medio de procedimientos químicos, hasta alcanzar un conglomerado de moléculas de tamaño nanométrico. Con este método se puede

controlar el tamaño de nanopartículas, la forma y su uniformidad, a la que reduce las cantidades de impureza. (García et al., 2015).

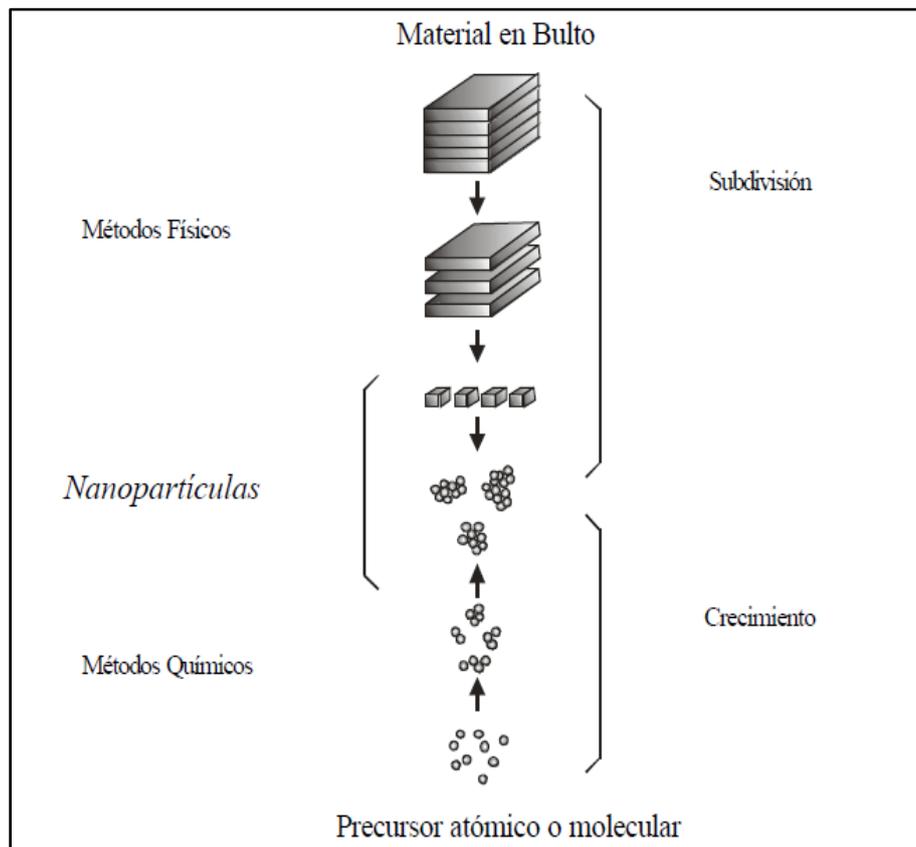


Figura 2. Métodos de síntesis de nanopartículas

Fuente: (García et al., 2015)

Por otro lado, la **síntesis verde de nanopartículas** o también conocida como síntesis biológica, hace referencia a la síntesis mediante el uso de microorganismos, biomasa de microorganismos, plantas o sus extractos. Este método, representa una opción eco amigable, pues reemplaza el uso de químicos tóxicos por materiales que se encuentran en la naturaleza. Además, es simple, rentable, ecológico y estable (Hernández, 2013).

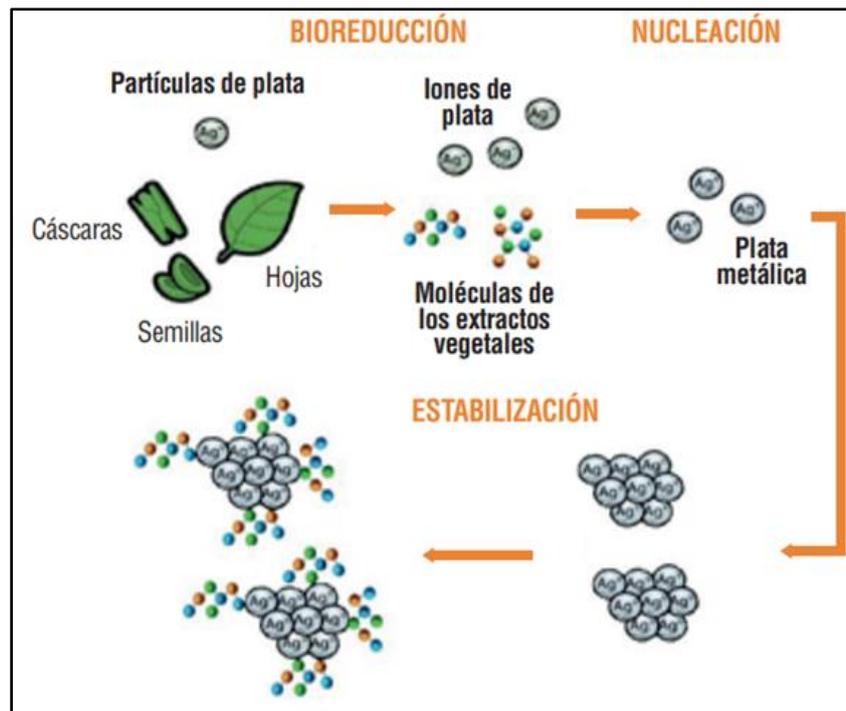


Figura 3. Fase de la síntesis verde de AgNPs

Fuente: (Gómez, 2018)

La síntesis verde es una opción económica en comparación a los métodos convencionales, según Casal (2015) la biosíntesis emplea concentrados de restos de hojas o cortezas de los árboles, estas sustancias contienen antioxidantes ya que tiene compuestos polifenólicos aportando mayor capacidad de antioxidante. La creación de las nanopartículas es de manera directa del extracto con una disolución de metal, para disminuir los cationes metálicos va a actuar reemplazando al borohidruro de sodio ($NaBH_4$) que es utilizado convencionalmente. Procediendo a la obtención y caracterización de la nanopartícula. Para ello se debe recurrir a técnicas como Espectroscopía de absorción de luz UV-VIS, también la dispersión de luz Dinámica (DLS), entre otros. Los procesos mencionados proporcionan información respecto a sus características como: morfológicas, estructurales, disposición, etc.

Para el análisis de las nanopartículas de plata se considera la evolución del color y la medición del tamaño. Aguilar (2019), indicó que existen factores principales que influyen en el método de la síntesis para las nanopartículas de plata, como la temperatura del extracto de la planta, al tener aumento de la temperatura este

incrementa la reacción, con producción de las NPs y el siguiente factor es el pH alto reduce considerablemente el tamaño de las partículas y el tiempo de reacción (González, 2017).

Previo a la caracterización de nanopartículas se puede aplicar el método Tyndall, el cual se define como una dispersión de la luz en medio de las NPs, dependiendo del tamaño, forma y propiedades de unas partículas metálicas presentes (Lillo, 2020). De tal forma Ruiz (2016), señaló que la síntesis de NPs de plata se debe comprobar con un puntero láser como un medio físico para saber si existen partículas coloidales en disolución de las NPs comprendiendo a un tamaño de 5 a 100 nm.

Neira (2015), indicó que la dispersión de luz dinámica (DLS) es un instrumento que ayuda a la caracterización de nanomateriales y las micropartículas, permitiendo medir el tamaño de las pequeñas partículas suspendidas en soluciones coloidales, estas partículas suspendidas están en un medio produciendo movimiento Browniano. Es así que mediante la técnica de DLS se puede calcular el diámetro hidrodinámico de las nanopartículas. El tamaño también proporciona información acerca de la distribución de tamaños a través del valor de polidispersión, que es una medida de la falta de uniformidad que existe en la distribución del tamaño de partícula (Penelas, 2019). Es decir, es una medida de la medida de familias de partículas con el mismo tamaño. Una dispersidad cercana a cero ($0.00 - 0.02$) indica una distribución monodispersa de la muestra.

La nanotecnología tiene una amplia aplicación en la ingeniería medioambiental, es una de las más importantes para el tratamiento de las aguas residuales mediante nanopartículas. Respecto a ello Muñoz et al. (2020), sintetizaron las nanopartículas de plata con el extracto de las cáscaras de *Opuntia ficus indica*. y utilizaron técnicas UV-Visible, microscopía electrónica de barrido y dispersión de luz dinámica. Se determinó que las AgNP son esféricas con promedio 64.28 ± 11.82 nm compuesto por 61,29% de plata compraban su potencial bactericida en efluentes tratados. Las AgNP sintetizadas con la cáscara de la tuna presentaron una actividad antimicrobiana que supera a los resultados obtenidos en un proceso convencional

usando cloro, por lo que resulta una opción en el proceso terciario para el tratamiento de efluentes.

Noriega (2012), desarrolló técnicas para desinfectar y purificar aguas aplicando nanopartículas metálicas de distintos tamaños. La síntesis consistió en cuatro tipos de nanopartículas y nanocompuesto de Ag-TiO₂, teniendo NPs de tamaño 14 y 3.5 nm con una concentración de plata (0.001 M), la tercera se mezclaron soluciones ZnCl₂ y NaOH y la cuarta es la nanopartícula de cobre mezclando con CuSO₄ y NaBH₄ con la prueba bacteriana empleando el método de microdilución. En conclusión, se analizó la actividad bacteriana de las nanopartículas, considerando que la de cobre mostró una actividad antibacterial con Gram-positiva *E. faecalis*.

Talavera et al. (2018), desarrollaron un filtro con nanocompuestos de arcilla con carboximetil quitosano de nanopartículas de plata. En espectroscopia UV-Visible se encontró una alta absorbancia de 410 nm y de 420 nm, presenciando en sus características nanopartículas esféricas de plata, por el método de dispersión de luz dinámica se determinó AgNPs encontrando valores de 2.718 nm de 8 %, 11.06 nm de 12% y de 67.64 nm con 78%. Después del filtrado se aplicó los nanocompuestos surgieron los siguientes valores; por ende, los resultados salieron que confirman la remoción de la eliminación de aniones y bacterias de Coli. Totales y fecales al 100%.

Feijoo (2018), redujo microorganismos encontrados en el agua - Huaral, haciendo uso de las nanopartículas de plata con el extracto de romero. Realizaron las AgNPs con el extracto de *Rosmarinus Officinalis*, obtuvo un tamaño de 56 nm y en polidispersión de 0.0094 nm a 50 °C. Posteriormente añadió 1 mL y 2000 mL de agua en las AgNPs, pese a los resultados durante 24 horas para el análisis de las muestras, se logró la eliminación en su totalidad de coliformes a 99.8% de bacterias, concluyó que las AgNPs obtenidas a partir del romero es un tratamiento de aguas efectivo aplicado el método de química verde.

Quispe (2021), aplicó nanopartículas de Ag, TiO₃ y ZnO para desinfectar aguas. En los análisis VSM magnetizados sobre la saturación (Ms) es 62 em/g MNP y el 67 emu/g Ag-NMP y en el siguiente TiO₂ dopado con Cu mostró un tamaño de 19.6 a

23.24 nm con TiO₂-Cu 1% a 2 %. Demostrando que las NPs mantienen propiedades para la absorción y bactericidas en aguas residuales, Ag y TiO₂ son elementos químicos que tiene eficacia para la purificación del agua aplicando NP de Ag TiO₂.

Porras (2019), determinó la eficiencia del carbón activo y nanopartículas para la mejora en la calidad de agua del Río Chillón. Los resultados de coliformes totales 92×10^2 NMP/100 mL, *Escherichia Coli* 21×10^2 NMP/100 mL, con DBO 25 mg y DQO 60 mg/L. Finalizó que tuvieron un rango de 1.5 a 20 mm de absorción de plomo con una porosidad de 171.66 m²/g de un volumen 0.15 cm³/g, sobre la optimización del carbón activado redujo un 83% de plomo, con las nanopartículas de plata sintetizada con eucalipto redujo el 99% de coliformes totales a solo 24 horas.

Benavente (2016), en su aplicación de AgNPs para purificar las aguas rurales. Tuvo la obtención de las AgNPs mediante la técnica de DLS de un tamaño entre 6.30 a 46.64 nm, después de ello, se llevó a analizar las propiedades fisicoquímicas de la inicial y después, resultando turbidez es alto y con la ayuda de un filtrado se obtuvo disminuyendo su turbidez 0.63 NTU, 0.43 NTU, 0.3 NTU, 0.29 NTU, 0.30 NTU, y en las propiedades microbiológicas en coliformes totales de 2.2 a 1.1, eliminaron sales, bacterias en las aguas de la población a causa de las actividades diarias.

Jalab et al. (2021), obtuvo la síntesis verde de las nanopartículas de plata (AgNPs) de una forma ecológica y económica con el extracto de *Acacia cyanophylla*. Formó un pico de 460 nm indicando biosíntesis de las AgNPs, con un diámetro medio de 88 nm. En conclusión, el extracto *Acacia cyanophylla* se consideró como una planta eficaz para ser agente reductor con la preparación de las nanopartículas de plata, ya que esta actividad tiene una función bactericida.

Rodríguez et al. (2021), demostró la síntesis verde de nanopartículas de plata obtenidas a partir de extractos acuosos de cártamo (*Carthamus tinctorius*) a partir de residuos antibacterianas sobre *Staphylococcus aureus* (Gram positivo) y *Pseudomonas fluorescens* (Gram negativo). Por lo tanto, la formación de las nanopartículas de plata induce al cambio de extracto acuosos de cártamo a una

escala de 10 nm y, las partículas de plata sintetizadas mostraron de 3.8 y 30 nm, pero el 63% de estos están entre 5 y 10 nm indicando el diámetro de 9 ± 5 nm. En el método de microscopía electrónica de barrido, el rango de las nanopartículas llegó a 2 hasta 50 nm. A base de los resultados se concluye que las nanopartículas de plata tienen una aplicación potencial en una amplia gama de industrias para el ambiente.

Así mismo la nanotecnología también ha sido aplicada para el tratamiento de efluentes industriales. Respecto a ello, Real y Benites (2021), demostraron que las AgNP pueden ser utilizadas en el tratamiento de aguas residuales industriales, logrando disminuir la concentración del colorante azul BRL, aplicando AgNPs sintetizadas con extracto de perejil. El tratamiento se realizó con AgNPs de 24,25 nm, obteniendo una reducción del colorante industrial hasta un 80,46%.

Oves et al. (2021), utilizó el extracto de frutos de *Conocarpus lancifolius* para sintetizar nanopartículas de plata. Los resultados de la potencia es el 100% de las nanopartículas de plata para las cepas bacterianas incubando 1 noche a 60 ug/ml, los registros de AgNPs biogénicas revelan la actividad significativa contra los hongos patógenos *Rhizopus stolonifera* y *Aspergillus flavus*, además los nanomateriales eran biocompatibles y demostraron la potencialidad anticancerígena contra las células tras 24 horas.

Priya et al. (2021), realizaron la síntesis de las nanopartículas de plata (AgNPs) con extractos acuosos de *Scutellaria barbata* y sobre el tejido de algodón para aplicaciones antimicrobianas. En la caracterización de la Sb- AgNP tenían resolución de 1 nm a rango espectral de 200 a 800 nm, en la caracterización de Sb- AgNP tuvo un pico máximo de absorbancia de 400 nm, lo que afirmó que el extracto acuoso de *Scutellaria barbata* reduciendo el Ag + Ag₀ sintetizando las AgNPs, las Sb-AgNPs presentaron en su mayoría una forma esférica con un tamaño de oscilamiento de 20 y 40 nm. Finalmente se comprobó sus propiedades antimicrobianas de Sb-AgNP al inhibir el crecimiento de tanto de la cepa sensible como de la resistente a un 60% de forma biopelícula. Además de ser amigable con el ambiente y la salud.

Pérez et al. (2021), desarrolló una síntesis verde de AgNPs empleando extracto de *Thuja orientalis*. En los resultados se observó el pico de la absorción de la síntesis 424 nm confirmando la existencia de las AgNPs. Se usó la dispersión dinámica de luz para la etapa final de las nanopartículas obteniendo 87 nm. Concluyeron que el extracto de planta de *Thuja orientalis* indicando que es eficaz como agente reductor para la síntesis de las AgNPs conociendo su tamaño nanométrico, ayudando al medio ambiente.

Paidamoyo et al. (2021), utilizaron *Pennisetum glaucum* conocido como las cáscaras de mijo perla para sintetizar AgNPs. Los análisis de espectroscopía UV-visible de las nanopartículas mostraron un pico de 430 nm, mediante microscopía electrónica de barrido y transmisión, se evidenció la forma esférica, polidispersa de un tamaño medio de 17 nm.

Giri et al. (2022), utilizaron 20 ml de extracto de hojas *Eugenia roxburghii* DC con 100 ml de solución de AgNO₃ 0,1 mM , la mezcla se llevó a un incubador con agitación a 300 rpm a 37 °C durante dos días. La solución de color verde intenso cambió a un color marrón amarillento, indicando la conversión de Ag⁺ a Ag⁰. Las partículas coloidales resultantes se caracterizaron mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) El tamaño de partícula promedio estimado fue de aproximadamente 24 nm, mientras que el tamaño de partícula osciló entre 19 y 39 nm.

Zawadzka et al. (2021), usó biomasa de *G. striatum*, a la que se añadió solución de una solución de AgNO₃. En cuanto a las condiciones operacionales para la obtención de las nanopartículas, el tiempo de incubación fue de 2 días a una temperatura de 28°C con una velocidad de 160 revoluciones por minuto, el pH fue de 6.1. La formación de las nanopartículas quedo evidenciado por el cambio de color, ya que de amarillo paso a un tono café oscuro. Posteriormente se realizó la caracterización, la reducción de los iones de Ag se controló sobre la base de cambios en el espectro UV-Vis alcanzando picos máximo de 425 nm; la a través de imágenes SEM se determinó la morfología de las AgNPs, las cuales tuvieron una forma esférica y uniforme; la distribución del tamaño de las AgNPs se determinaron mediante dos técnicas, la primera fue por microscopía electrónica de

barrido y segunda por dispersión de luz dinámica ,los resultados fueron $20,2 \pm 3,8$ nm y $21,5 \pm 6,67$ nm respectivamente.

Kong et al. (2021), sintetizó las hojas de *Cannabis sativa* para obtener AgNPs. Para la síntesis de nanopartículas emplearon 0.1 litros de AgNO_3 a una concentración de 1×10^{-3} M y 0.2 L extracto de hoja de *C. sativa*. La mezcla resultante permaneció por un periodo de 12 horas a temperatura ambiente. Al culminar la etapa de reacción, se procedió con la caracterización de las nanopartículas, para ello se emplearon las técnicas como: FT-IR y UV-Vis, FE-SEM y TEM. Los resultados de la caracterización indican el tamaño promedio de las AgNP tuvieron 11.5 nm, la distribución del tamaño estuvo en rangos de 8 a 15 nm y alcanzaron una forma esférica. Además, mediante espectroscopia UV-visible se determinó una banda de absorción a 425 nm para la resonancia del plasmón superficial de las nanopartículas. Así mismo determinaron que al incrementar la dosis del extracto de *C. sativa*, se aprecia la disminución del tamaño medio de nanopartículas, mientras que la concentración de AgNP incrementa.

González, Torrenegra y Albis (2020), sintetizaron nanopartículas de plata considerando la síntesis verde con microalgas *Chlorella sp.* La síntesis fue de 2 mL para cada combinación, transfirieron 10 mL de cultivo y se adicionan 2 mL de nitrato de plata con el periodo de 3 días en temperatura de ambiente. Utilizaron microscopía electrónica de barrido (SEM), repitiendo 12 veces para poder retirar materia orgánica y procesarlas a determinar el tamaño y forma. En conclusión, fueron exitosamente sintetizadas las nanopartículas de plata con el uso de metabolitos del cultivo de *Chlorella sp.* Al emplear el glicerol aumentó la presencia de la nanopartícula de plata, reduciendo el 5% y 10% con dimensiones 87 nm *123 nm.

Nguyen et al. (2018) tuvieron nanopartículas de plata a partir de un polímero natural. Para la síntesis usó nitrato de plata y Goma Karaya, para la preparación del nanomaterial se usó un agitador orbital a una velocidad 250 revoluciones por minuto y a una temperatura de 45°C, en el lapso de 60 minutos se observó la variación de color a amarillo claro. La caracterización de la nanopartícula de plata se analizó a través del instrumento espectrofotómetro UV-VIS en un periodo de 2 trimestres,

después hubo un análisis de la expansión de plasmón superficial de 525 nm, y se determinó el tamaño de 5 nm de la nanopartícula con el análisis de microscopía electrónica de transmisión.

Ledezma et al. (2014) sintetizaron las nanopartículas de plata, con alternativa eficiente al medio ambiente, empleando el nopal (*Opuntia sp*) como agente reductor. La caracterización mediante espectroscopia UV visible registró bandas de absorción de 421 nm. Determinando la actividad bacteriana y antifúngica de las AgNPs y AgNPs/nanofibras, empleando cepas de *Staphylococcus*, *Escherichia Coli* y *Aspergillus niger*.

Hema et al. (2015), obtuvieron las AgNPs sintetizadas con extracto de la panca de maíz, para la obtención del extracto utilizaron 10 gramos de polvo de cáscara, luego se dejó hervir con 0.2 litros de agua destilada a una temperatura de 60°C por un periodo de 15 min hasta la obtención del concentrado. Para la síntesis de las nanopartículas fueron utilizados 0.3 litros del concentrado de la cáscara de maíz, los cuales se añadieron a 0.1 litros de AgNO₃ de plata y se incubaron hasta evidenciar la variación del color. Posteriormente la mezcla tuvo una temperatura de 80°C con un periodo de 10 min. con una agitación constante. En cuanto a las características de las nanopartículas obtenidas, se confirmó a través del análisis de dispersión dinámica el tamaño promedio de 113 nm, la variación de color de amarillo a naranja evidencia la síntesis de nanopartículas de plata.

Cardeño y Londoño (2014), evaluaron las nanopartículas de plata a partir de los restos de ajo (*Allium sativum*). En su metodología se prepararon 13 soluciones, para observar la variación del color, realizándose mediciones Espectrofotometría UV-visible y AFM a fin de conocer sus propiedades de AgNPs, alcanzaron picos de 400 nm hasta 470 nm aproximadamente indicando que había existencia de las AgNPs. Se evidenció una monodispersidad alta, alrededor de 10 nm. Corroborando la producción de las AgNPs a través de la síntesis verde. Como antecedentes.

De igual manera Pilaquina et al. (2019), obtuvieron nanopartículas de plata a partir de los residuos del ajo y nitrato de plata, para la síntesis de las AgNPs usaron dos métodos; en el primer método se empleó una placa de calentamiento, la síntesis

se llevó a cabo durante un periodo de 60 minutos, a una temperatura de 50°C y con una velocidad de 300 revoluciones por minuto; el segundo método fue mediante un horno microondas con una potencia de 800 watts durante 60 segundos. Con ambos métodos se utilizaron 0.20 L de nitrato de plata de 10⁻³M y 1 mL del extracto de las hojas de *Allium sativum*, el pH se ajustó a 8 con hidróxido de sodio. Como resultado se obtuvo que las AgNPs sintetizadas en la placa alcanzaron un tamaño promedio de 15.4 nanómetros y su tamaño hidrodinámico fue de 40.5 centímetros, mientras que utilizando el microondas se obtuvieron AgNPs de 9.9 nm de tamaño promedio y de 35.1 de tamaño hidrodinámico. Demostrando que el extracto de los residuos de *A. sativum* resulta un reductor conveniente para la síntesis de AgNPs .

Salguero y Pilaquinga (2017), tuvieron AgNPs sintetizadas con el extracto de *Coriandrum sativum* y la adición del látex de sangre de grado a la disolución de nanopartículas. En cuanto a los resultados obtuvieron nanopartícula aproximadamente de 50 nm de solución de extracto de *Coriandrum sativum* y aun 72 nm de la mezcla de *Coriandrum sativum* con el látex de sangre de grado, por medio de la microscopía electrónica de barrido, a fin de obtener el tamaño hidrodinámico se usó el equipo de DLS obteniendo los valores de 259 nm y 294.3 nm. Determinando eficiencia de la obtención de AgNPs recubierta con distintos extractos vegetales notando los resultados en la aplicación de biomédica y microbiológica.

Berenguer et al. (2016), sintetizaron las nanopartículas de plata mezclando nitrato de plata de 0.001M de concentración y perejil (*Petroselinum Crispum*), mediante el método de irradiación de ultrasonidos para los agentes catalizados. En su metodología desarrollaron un proceso basado en la obtención de las nanopartículas de plata acuosa con 10⁻³ M de AgNO₃, que fue preparada de AgNO₃ con un 100%. En la fase experimental de la síntesis de las AgNPs con el extracto vegetal fue la siguiente; tuvieron que tener hojas frescas (5 gr) y lavarlo con agua destilada con 75 mL durante el periodo de 3 horas, después obtuvieron las reacciones obtenidas fueron mediante ultrasonidos de 24 KH₂ de 0.5 y 60%, en las medidas de método de espectrofotometría Uv- Visible fueron realizados por 3 días hasta acabar la parte experimental de la investigación. Sus resultados fueron con muestras irritadas ya

que se observó que la longitud de las ondas era de 448 nm, la cual llevaba a que si había presencia de las nanopartículas de plata.

Paul et al. (2014), emplearon las hojas y los tallos de *Piper nigrum* para sintetizar nanopartículas de plata. Obtuvieron AgNPs de tamaño de 7 a 50 nm y 9 a 30 nm. Evaluaron su poder bactericida aplicando las AgNPs en la planta de una sandía, demostrando su eficiencia antibacteriana. Además de ser beneficiosa al campo de la agricultura y amigable al medio ambiente. En esa misma línea Orizano y Benites (2020) determinaron el porcentaje de reducción de coliformes totales en suelos agrícolas mediante la aplicación de AgNPs sintetizadas con *el Cinnamomum camphora*. Obteniendo nanopartículas de plata de 37 nm, aplicadas en cuatro muestras de suelo, en distintas dosis y evaluadas en diversos tiempos. Después de 72 horas, se redujo en promedio un 60% del contenido de coliformes totales, concluyendo que es una forma viable de mejorar la calidad de los suelos agrícolas.

Rivera, Valverde y Aldama (2019), obtuvieron coloides con nanopartículas de plata. Tuvieron 3 mL como muestra de coloides vertidos en un tubo de polipropileno y post-irradiación se usó el láser para emplear la síntesis, para la caracterización de AgNPs de los coloides se utilizó la técnica de espectroscopia UV-visible, y microscopía electrónica de barrido. Se evidenció altos porcentajes de valores de absorbancia en la muestra 2 proponiendo mayor concentración para tener reportes sobre la síntesis de las nanopartículas de plata en aguas destiladas, en el método de post-irradiación de coloidales redujo el tamaño de nanopartículas transcurriendo en tratamientos; en fusión, fragmentación y en el calentamiento, evidenciando propiedades ópticas de nanopartículas de plata con condiciones de síntesis.

Baylon et al. (2015), compararon distintas variedades de nopal a partir de las AgNPs. Desarrollando su caracterización por espectroscopia UV-VIS. La síntesis de los cladodios del nopal tiene componentes de reducción y composición de fenólicos con diferencias debido a la variedad de *Opuntia*, se determinó el análisis cinética de las sales de plata de cada extracto de nopal, teniendo en cuenta que existen variedades de velocidad de reducción, ya que son asociadas con la concentración, el tiempo de operación para la obtención de los nanocompuestos y así actúen como

agentes reductores, resultando que la actividad de biosíntesis de *Opuntía spp* es más efectiva para el desarrollo de una nanopartícula.

Robles et al. (2011), indicó que los Agaves son plantas permanentes, tienen sistema radicular fibroso y duro, poseen tallo bajo y voluminoso escasamente oblongo; la disposición de sus hojas es circular, su crecimiento es a manera de cono una sobre otra, tienen parénquima blando, y exteriormente se encuentran revestidas por una cubierta de cera; además sus hojas son consistentes y filamentosas en su interior, cada especie de Agave se caracteriza por la presencia de espinas en sus bordes, las cuales pueden ser rectas o ganchudas, su periodo de vida es de 12 a 15 años. (López et al., 2018), señalo que el género Agave es común del continente americano, se distribuye desde Estados Unidos hasta la zona tropical de Sudamérica, y consta de aproximadamente 200 especies.

Asimismo, **el *Agave americana*** es una planta xérica, por lo que fácilmente se adapta a situaciones climáticas adversas, como en ecosistemas situados entre 800 - 3700 msnm con periodos extensos de sequía y temperaturas que varían desde 12°C hasta 30°C, su estructura morfológica se adapta como respuesta a las presiones del ambiente, la succulencia de sus hojas es una de sus adaptaciones más resaltantes, ya que el agua almacenada durante la época permite que las plantas sobrevivan durante periodos de escasez del agua (Dávila, 2002; García y Mendoza, 2007). Del mismo modo, el *Agave americana* es considerada una planta resiliente en escenarios extremos, convirtiéndose en una especie fundamental por la infinidad de recursos que se pueden obtener (Eguiarte y Souza, 2007).

Uno de los principales usos se le atribuye a su poder coagulante. Los polielectrolitos naturales han sido empleados durante muchos siglos por países en vías de desarrollo para clarificación de agua, en la India hace más de cuatro milenios usaban las simientes del maguey a fin de clarificar aguas turbias, en África los pobladores agregan plantas oriundas con el propósito de disminuir la turbiedad, sabores y olores irritantes presentes en el agua (Contreras y Gutierrez, 2015).

En el Perú al Agave se le denomina como cabuya, chuchau, paqpa, penca, maguey y demás. En la zona andina se encuentran por lo menos doce variedades, se desarrollan entre 1500 y 3500 msnm. Lodé y Pino (2007), realizaron un registro

de la distribución del *Agave americana* en Perú, dentro del departamento de Lima se puede encontrar el Maguey en las Provincias de Huarochirí, Canta y Huaral; Provincia de Ambo, en el departamento de Huánuco; En el Departamento de Ancash, Provincia de Bolognesi y Yungay; Departamento de Junín entre los límites de Ayacucho y Huancayo. De igual manera la distribución del Maguey se extiende en los departamentos de Piura, Cusco, Huancavelica, Ayacucho y Cajamarca. (Rivera, 2016).

Así mismo dentro de Lima Metropolitana al *Agave americana* (Figura 4) se le da un uso ornamental, lo cual se ha podido apreciar en diferentes parques y jardines en algunos distritos. Por otro lado, a medida que va creciendo la planta se cortan hojas externas, convirtiéndose en residuos, los cuales podrían ser aprovechados como agente reductor para la síntesis de AgNPs, ya que las hojas de agave tienen un alto contenido de azúcares reductores (Iñiguez, 2001). Lo cual fue constatado por Cervantes y Reyna (2019) al encontrar azúcares reductores y flavonoides en las hojas de *Agave americana*. Se ha demostrado que los azúcares reductores reducen eficazmente los iones de plata (Meshram, 2012).

Tal es el caso de López et al. (2018), emplearon residuos industriales de una empresa productora de tequila (hojas de *Agave tequilana*) para la obtención de nanopartículas de plata, como agente precursor utilizaron nitrato de plata y acetato de plata, realizaron un total de 10 experimentos (5 por cada sal precursora) donde varió la dosis del extracto de agave, cantidad de agua desionizada y temperatura, el tiempo de reacción fue 5 minutos para todas las soluciones. El cambio de color evidenció la formación de AgNPs. Los resultados señalan que la concentración de nanopartículas de plata fue inferior cuando se usó menor cantidad de extracto de agave. Las muestras en las cuales se empleó nitrato de plata mostraron colores más oscuros. La temperatura influye en la formación de nanopartículas, ya que a mayor temperatura se aprecia una variación del color a tonos más oscuros. Mediante SEM se determinó que las muestras fueron esféricas en su mayoría. En cuanto al tamaño de las nanopartículas, se observó una extensa distribución del tamaño de las AgNPs. Las muestras en las que se usó nitrato de plata presentaron mayor estabilidad.



Figura 4. Agaves en Lima Metropolitana.

Fuente: Elaboración Propia.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo, diseño y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo **aplicada**, ya que tuvo la obligación de conservar los recursos hídricos, llegando a tener nuevas técnicas que serán óptimas para la descontaminación de las aguas grises de origen domiciliario. Según Abanto (2017), dice que permite el desarrollo del conocimiento a una ciencia básica para tener soluciones del problema, además es aplicable para cualquier campo obteniendo oportunidad para otras investigaciones.

Tuvo un diseño **experimental**, debido a la aplicación de las nanopartículas de plata (AgNPs) sintetizadas con el *Agave americana L.* (Variable independiente), para el tratamiento de las aguas grises domésticas (variable dependiente). Según (Murillo, J); dice que el enfoque experimental es la manipulación de una o dos variables, dicho de otra forma, una investigación consistirá en hacer cambios en una variable (V. Independiente), y conseguir reacciones u observaciones a su efecto (V. Dependiente), pp.4

El enfoque es **cuantitativo**, ya que se generó hipótesis para la recolección y análisis de datos, logrando tener estándares de utilidad y confiabilidad. De acuerdo con (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) es un conjunto de procesos, reflejando estimar magnitudes, llevando a analizar métodos estadísticos para extraer conclusiones derivadas para contribuir a la generación del conocimiento a la realidad.

Esta investigación es de nivel **explicativa** ya que se manipuló la solución de AgNO₃ y extracto de hojas de *Agave americana* para la obtención de AgNPs (variable independiente), posteriormente fueron aplicadas para tratar aguas grises domésticas (variable dependiente). Según Fidias (2012), mencionó que la investigación explicativa se basa en la relación causa-efecto.

3.2.- Variables y Operacionalización

La investigación, posee variables establecidas por variable independiente y dependiente.

- **Variable Independiente:** Nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana L.*
- **Variable dependiente:** Tratamiento de aguas grises domésticas.

Operacionalización

Es la matriz donde se encuentran las definiciones conceptuales, definición operacional, las dimensiones, los indicadores, y la escala encontrándose en el Anexo 1.

3.3.- Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

La **población** del presente estudio estuvo constituida por las aguas grises generadas en las viviendas de la Urbanización las Vegas - Comas, Lima. Según Arias et al. (2016), la población es el conjunto conformado por personas, elementos, entre otros, en la que se puede observar, medir una o varias veces referente a la elección de una muestra, cumpliendo con los criterios predeterminados para acceder al problema y objetivos de un estudio.

La **muestra** que se tomó es de un volumen de 60 L de aguas grises generadas en una vivienda unifamiliar, la muestra se obtuvo de forma dirigida por conveniencia y facilidades para el desarrollo de la investigación. Es decir, la muestra es un conjunto adquirido de una población, ya que es representativa por unidades muestrales que son componentes de estudio (Hernández, 2019).

La técnica del **muestreo** será no probabilístico, es decir la muestra se recolecta por conveniencia, recolectando 40 L para el tratamiento, según Malhotra (2008), indica que no es al azar, sino en la razón del investigador para poder recopilar los componentes de la muestra, contribuyendo a optar buenas estimaciones en los resultados.

La **unidad de análisis** fue de 2000 ml para evaluar los diferentes parámetros planteados en la investigación. De acuerdo a Azcona et al. (2014), indica que la unidad de análisis de investigación basados en datos u objetos que se estudian.

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica** de esta investigación es por observación, según Fideas (2012), señala que la técnica se basa en percibir de forma sistematizada, en caso de un fenómeno ocasionado a la población o a la naturaleza en vínculo con los objetivos establecidos, permitiendo tener validez en la recopilación de resultados.

Para esta investigación el **instrumento** utilizado fueron las fichas para la recopilación de datos. Hernández y Ávila (2020), dice que los instrumentos de recolección de datos son definidos como cualquier recurso, es decir, formatos digitalizados o en papel, permitiendo ser confiable, objetivo y útil.

Se utilizaron 5 fichas para recolectar información esencial para el desarrollo de esta investigación:

- Ficha 1: Recolección de la muestra
- Ficha 2: Propiedades físicas, químicas, biológicas, y microbiológicas de aguas grises domésticas.
- Ficha 3: Condiciones operacionales de las Nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*.
- Ficha 4: Características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*.
- Ficha 5: Dosis y tiempo de contacto de las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*, en el tratamiento de aguas grises domésticas.

3.4.3 Validación y confiabilidad de los instrumentos

Las fichas de recolección de datos obtenidas en todo el proceso experimental fueron validadas por expertos en el área ambiental, colegiados y como grado de formación mínima magister (tabla 2).

Tabla 2. Promedio de validación por juicio de expertos

Expertos	Porcentaje de validación (%)				
	Ficha N°1	Ficha N°2	Ficha N°3	Ficha N°4	Ficha N°5
Castro Tena Lucero	95	95	95	95	95
Sevillano Vela Luis	86.5	86	87	88.5	86.5
Trujillo Salas Wilder	86.5	87.5	87	87.5	86
Vargas Pasquel Adrián	88	87.5	87	88.5	86.5
Promedio	89	89	89	89.9	88.5

Respecto a la confiabilidad de los instrumentos viene del nivel de exactitud y firmeza, cumpliéndose con los instrumentos trazados en las fichas para la información de la metodología.

3.5.- Procedimiento

En la Figura 9. Se observa el desarrollo de la investigación llevada a cabo en las siguientes fases.

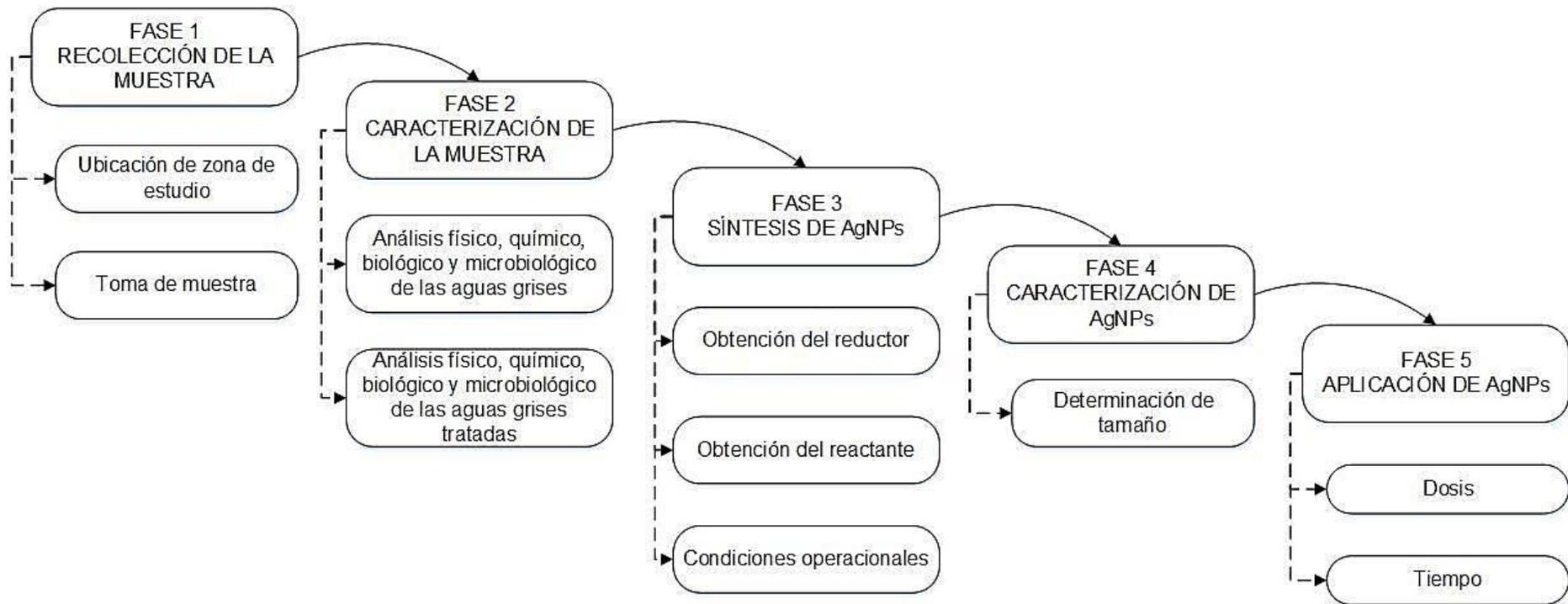


Figura 5. Fases del procedimiento

Fuente: Elaboración propia

Fase 1: Recolección de muestras

La zona de análisis para la recolección de muestras se encuentra ubicada en la urbanización Las Vegas, con dirección Calle Las Vegas Mz J lote 2 –Comas, con coordenadas 18L 275520.89 m E, 86777798.69 m S, (Figura 6).

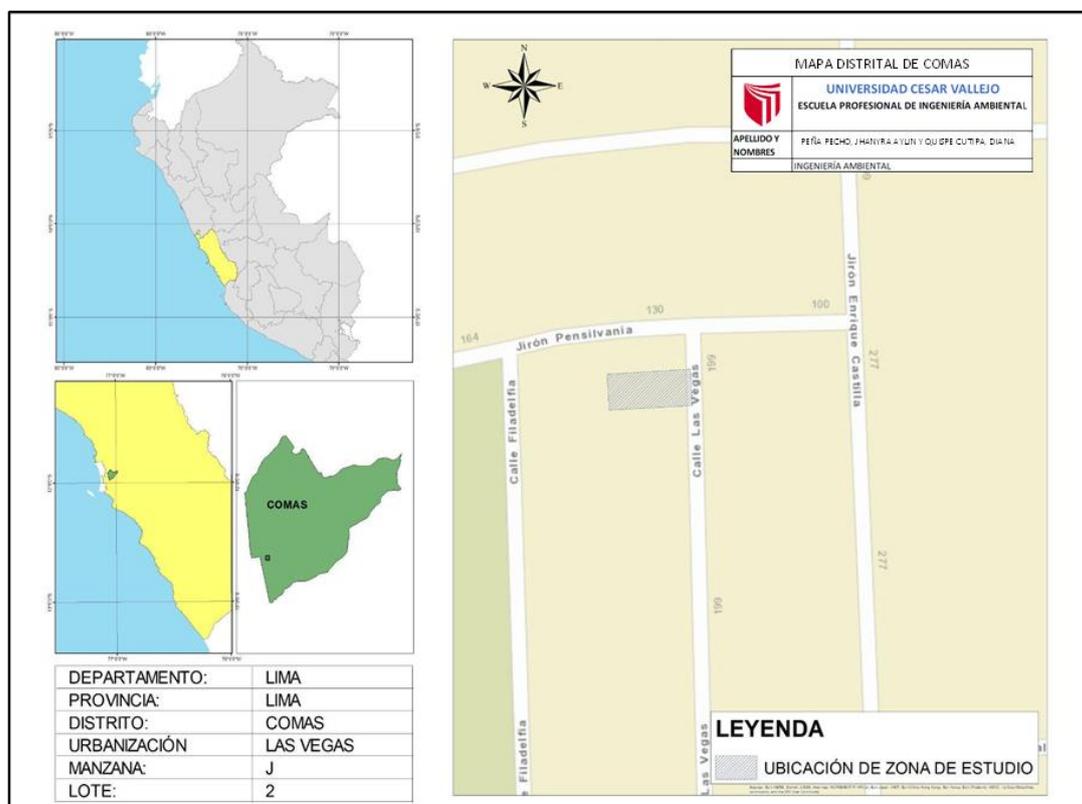


Figura 6. Ubicación de zona de estudio

- **Recolección de la muestra de agua gris doméstica**

La muestra de agua fue recolectada de los lavaderos de cocina, baño y lavandería, para ello se utilizaron recipientes de plástico de 20 L de capacidad (Figura 7).



Figura 7. Toma de muestra de aguas grises: a) desagüe de lavadero, b) desagüe de lavamanos

- **Recolección de hojas de *Agave americana***

En la Figura 8, se observa las hojas de *Agave americana* recolectadas en la Huaca El Retablo - Comas en Lima, con coordenadas 18 L 275341.09 m E, 8679723.22 m S para la elaboración del agente reductor.

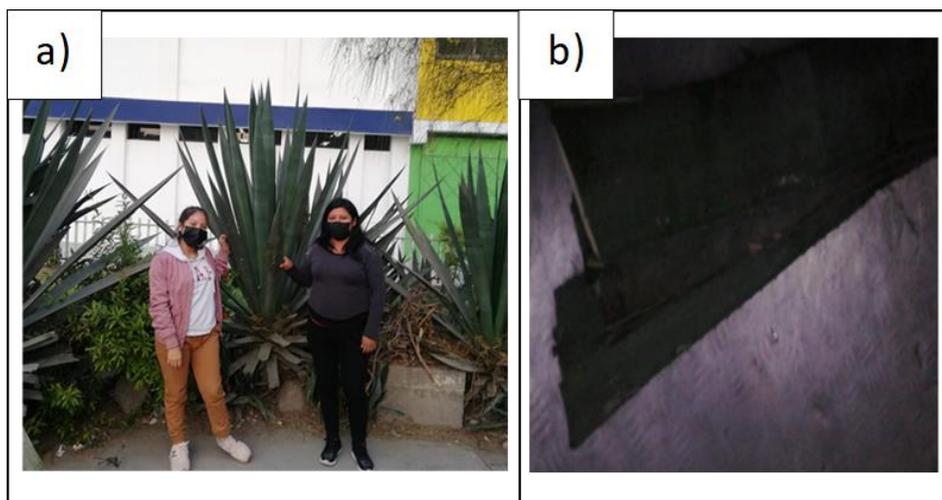


Figura 8. Recolección de hojas de Agave:

a) Planta *Agave americana*, b) hojas de *Agave americana*

Fase 2: Análisis de aguas grises doméstica

La muestra inicial fue trasladada a laboratorio, para su análisis y conocer sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas antes del tratamiento (Figura 9).

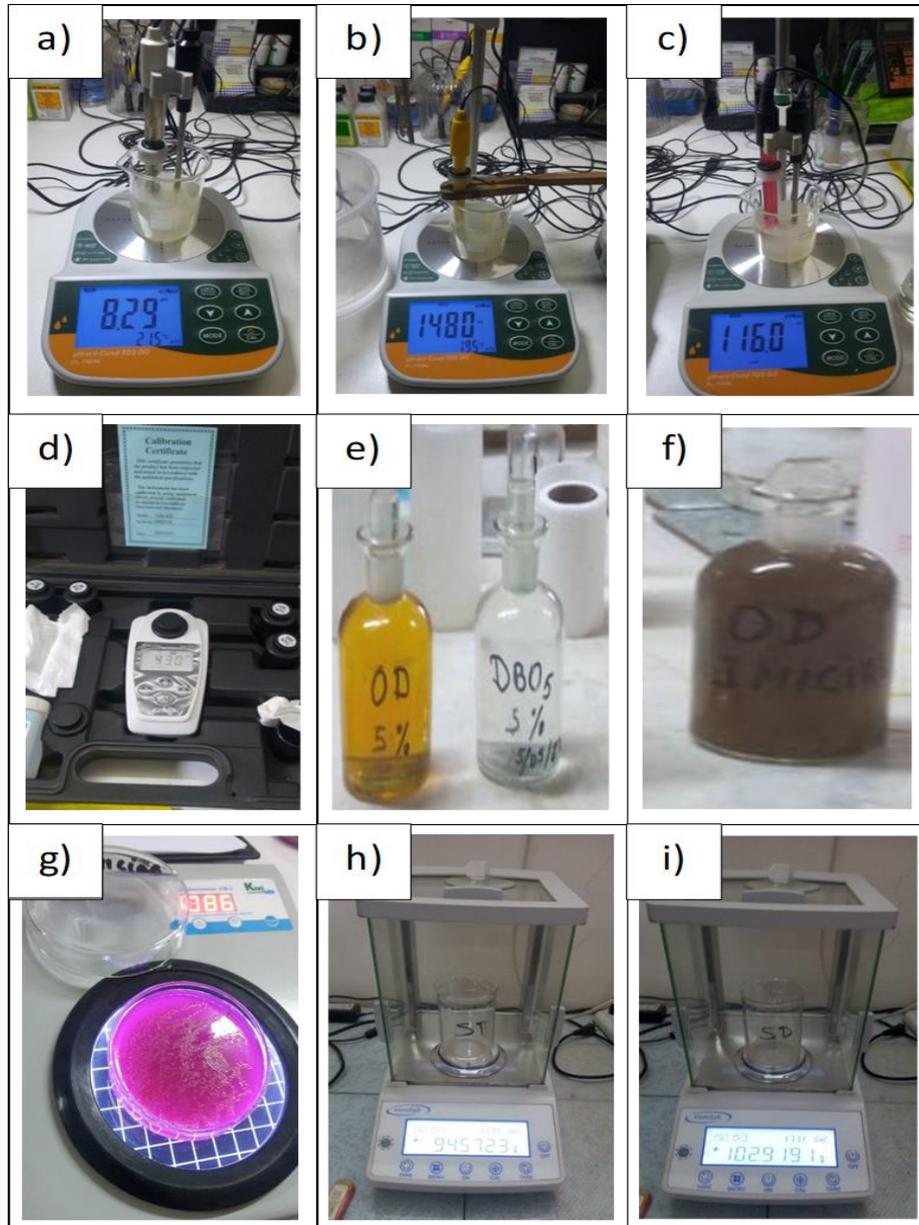


Figura 9. Análisis del agua grises doméstica inicial: a) pH, b) conductividad eléctrica, c) potencial redox, d) turbidez, e) OD, DBO5, f) OD inicial, g) coliformes totales, h) ST y i) SD

FASE 3: Síntesis de nanopartículas de plata

- **Preparación del reductor**

Las hojas de *Agave americana* fueron lavadas y secadas al sol (Figura 10 a y b), posteriormente, se eligió la hoja AG-4, la cual fue cortada cuidadosamente en trozos pequeños (Figura 10 d) luego se pesaron 200 gramos y se añadió 500 ml de agua destilada (Figura 11 a), la mezcla se llevó a ebullición a 100°C por un periodo de 30 minutos (Figura 11 b), se dejó enfriar a temperatura ambiente, seguidamente se filtró con papel whatman N° 4 para poder retirar todos los residuos que se originaron en el momento de hervir la solución (Figura 11 c). Posteriormente el extracto filtrado fue centrifugado durante 30 minutos a una velocidad de 9000 rpm. Finalmente se obtuvo el extracto del *Agave americana* (Figura 11 d).

A continuación, en la Tabla 3 se observan las 5 muestras del *Agave americana*, codificadas para realizar las mediciones correspondientes.

Tabla 3. Característica de las hojas del *Agave americana*

MUESTRA	PESO (gr)	TAMAÑO LARGO (m)	ESPESOR (mm)
AG-1	960	1.58	25
AG-2	860	1.26	18
AG-3	1015	1.43	20
AG-4	990	1.40	34
AG-5	1070	1.45	30

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Acondicionamiento: a) lavado, b) secado, c) codificación y d) cortado de la hoja del *Agave americana*

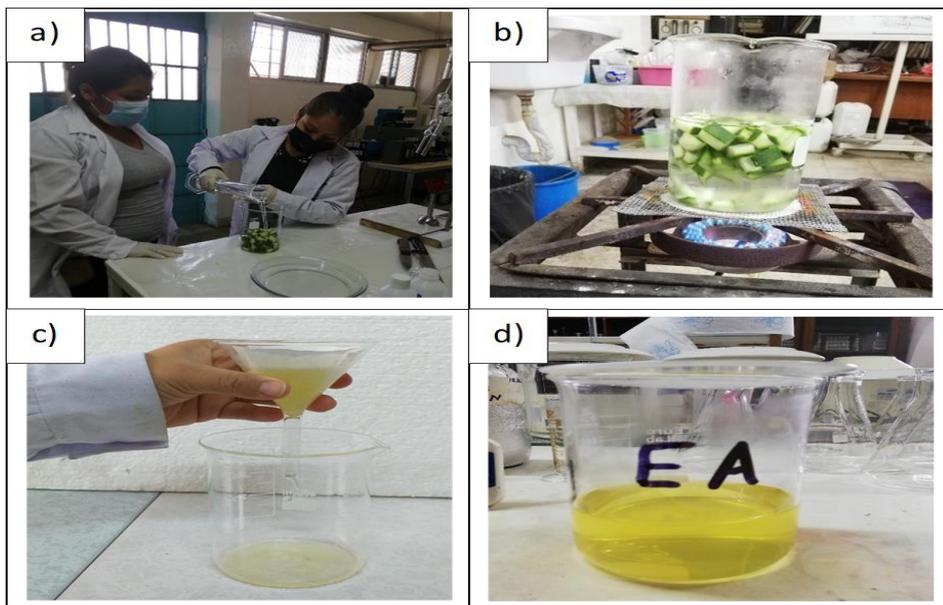


Figura 11. Preparación del reductor: a) pesado de la hoja y volumen de agua destilada, b) ebullición, c) filtrado y d) extracto de *Agave americana*

- **Preparación de la solución reactante**

Para la preparación de la solución reactante se empleó agua ultrapura y nitrato de plata de 99.8 % de pureza, la concentración de nitrato de plata fue 0.001 Molar (Figura 12 b), para ello se pesó 0.0169 gramos de nitrato de plata (Figura 12 a), con los 100 ml de agua ultrapura.

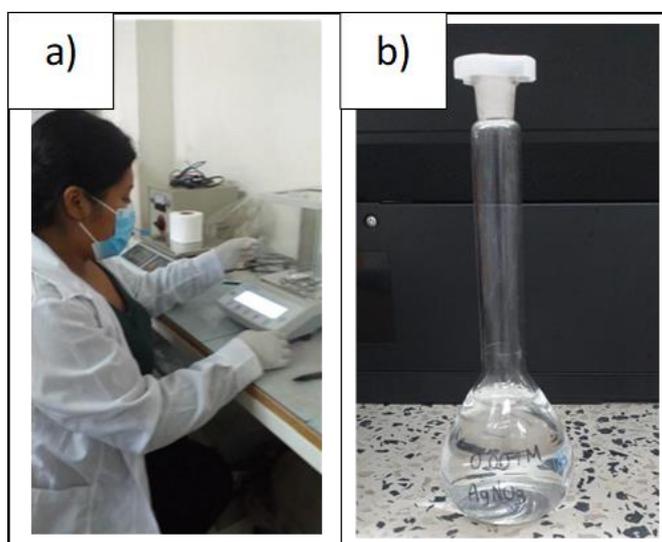


Figura 12. Preparación de la solución de AgNO_3 0.001 M

Para determinar la cantidad de nitrato de plata empleado en la concentración de 0.001 M, se aplicó la siguiente fórmula:

$$M = \frac{\text{moles soluto}}{\text{Litros solución}} \quad \text{moles} = \frac{\text{gramos de soluto}}{\text{pm de soluto}}$$

- **Síntesis de nanopartículas de plata**

En la Figura 13 se observa 3 muestras, para cada una de ellas se utilizaron volúmenes iguales de solución de AgNO_3 y agua ultrapura, esta mezcla fue llevada al agitador magnético y se tituló con el extracto de *Agave americana*, los volúmenes de nitrato de plata y agua ultrapura se mantuvieron constantes en las 3 síntesis, para cada una de ellas se utilizó diferentes volúmenes de extracto de *Agave americana*, detallados en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación de volúmenes de reactante y reductor utilizados en la síntesis de AgNPs

Código	Solución de AgNO ₃ Vol. (ml)	Agua ultrapura (ml)	Extracto de <i>Agave americana</i> Vol. (ml)
M1 AgNP-Aa	5	5	1
M2 AgNP-Aa	5	5	1.5
M3 AgNP-Aa	5	5	2

Fuente: Elaboración propia

La síntesis de las 3 muestras se desarrolló bajo las siguientes condiciones operacionales: temperatura de 55°C, agitación constante de 300 revoluciones por minuto, el tiempo de reacción fue de 5 minutos y el pH final fue variado.

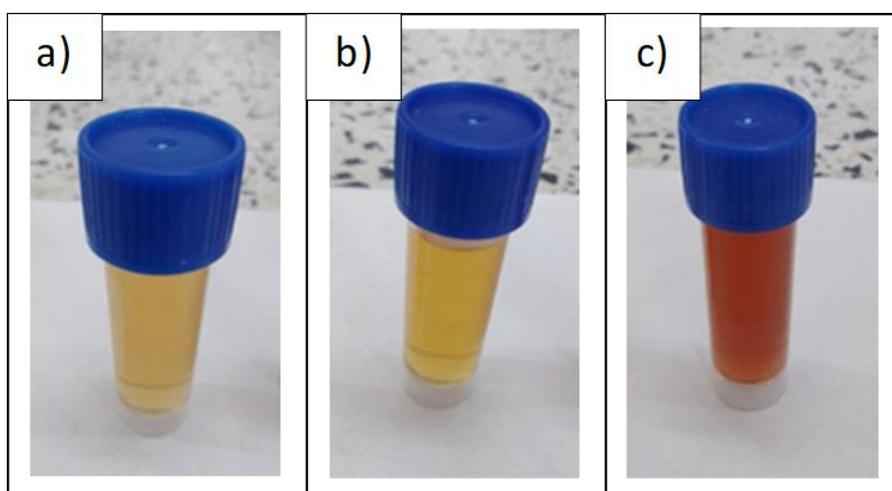


Figura 13. Muestras de nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*: M1 AgNP-Aa, b) M2 AgNP-Aa y c) M3 AgNP-Aa

En la figura 14 mediante el efecto Tyndall se corrobora la presencia de partículas coloidales, aplicando un puntero laser, apreciándose el reflejo de la luz.



Figura 14. Nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*

FASE 4: Caracterización de nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*

Posteriormente las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* se determinaron mediante dispersión de luz dinámica (DLS) para conocer su tamaño y dispersión, el análisis se realizó en el Laboratorio de Investigación de Análisis Instrumental y Medio Ambiente de la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería.



Figura 15. Equipo de dispersión de luz dinámica

FASE 5: Aplicación de nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas

La aplicación de AgNPs sintetizadas con *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises se realizó mediante prueba de jarras (Figura 15), a un volumen de 2000 mL de aguas grises domésticas se le adicionaron 10 mL de nanopartículas de plata, la prueba se realizó a una velocidad de 400 RPM, la aplicación se evaluó en 5 tiempos de 15, 30, 45, 60 y 75 minutos (Figura 16). Posteriormente se analizaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas grises tratadas.

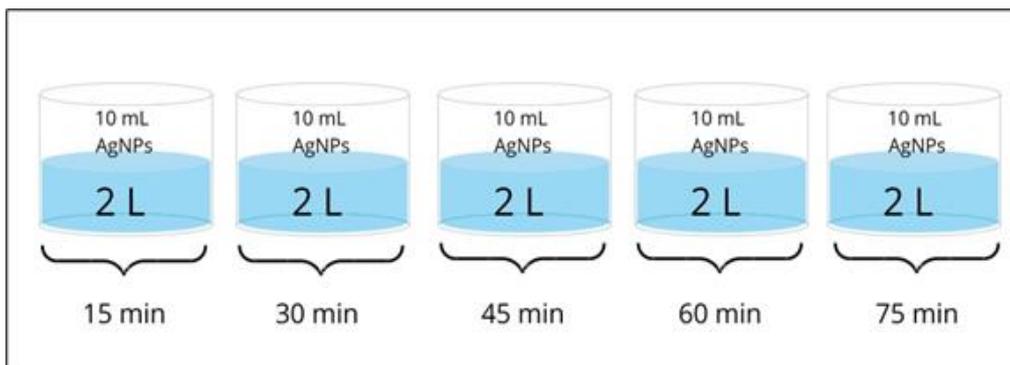


Figura 16. Aplicación de AgNPs sintetizadas con *Agave americana* en aguas grises

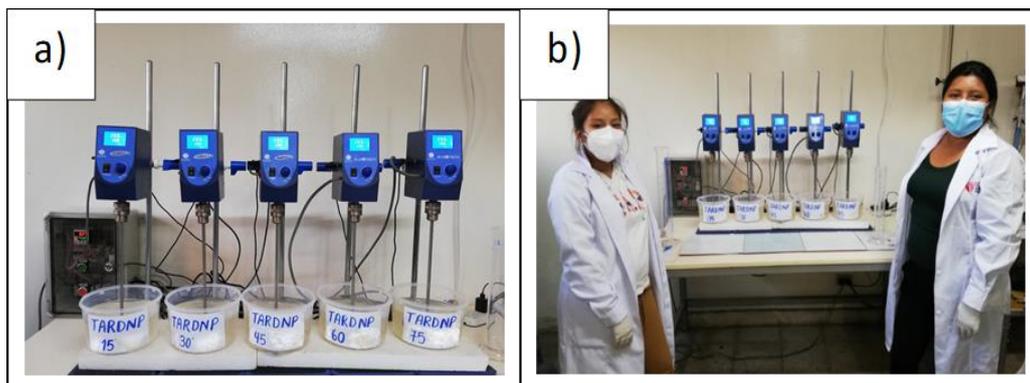


Figura 17. Tratamiento mediante Prueba de Jarras

3.6.- Método de análisis de datos

El método de análisis empleado para la obtención de datos fue el programa Excel 2019, ya que permite la obtención de cuadros y gráficos convenientes a las variables, dimensiones y a los ítems.

3.7.- Aspectos éticos

Esta investigación se realizó bajo en cumplimiento del código de ética de la Universidad César Vallejo, basándose en la resolución del consejo universitario N° 0340-2021/UCV presentando confidencialidad, autenticidad, ya que el estudio fue realizado respetando a los autores para conseguir resultados confiables con el reglamento RCU N° 0089-2019-UCV con propósito de contribuir a la ciencia y a futuras investigaciones para proteger los recursos hídricos y cuidar el medio ambiente.

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización inicial del agua

4.1.1 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la muestra de aguas grises domésticas

Para este estudio se realizó el análisis de la muestra de aguas grises domésticas para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. A continuación, se aprecia en la tabla 5 los resultados iniciales de la muestra de agua gris.

Tabla 5. Parámetros físicos, químicos, biológicos de aguas grises domésticas

Parámetro	Unidad	Resultado
Temperatura	°C	21.6
Potencial de hidrógeno	Unidad pH	8.29
Conductividad eléctrica	μS/cm	1480
Potencial redox	mV	116.2
Turbidez	NTU	430
Oxígeno disuelto	mg/L	0.81
Demanda química de oxígeno	mg/L	1533.33
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	623
Sólidos Totales	mg/L	6372
Sólidos Disueltos	mg/L	4064
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2308
Coliformes Totales	UFC/mL	37584

En la Tabla 5, se muestra los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua gris doméstica antes del tratamiento, como el pH, temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox, turbidez, OD, DQO, DBO5, ST, SD, SST, presenta altos valores en coliformes totales de 37584 UFC/mL.

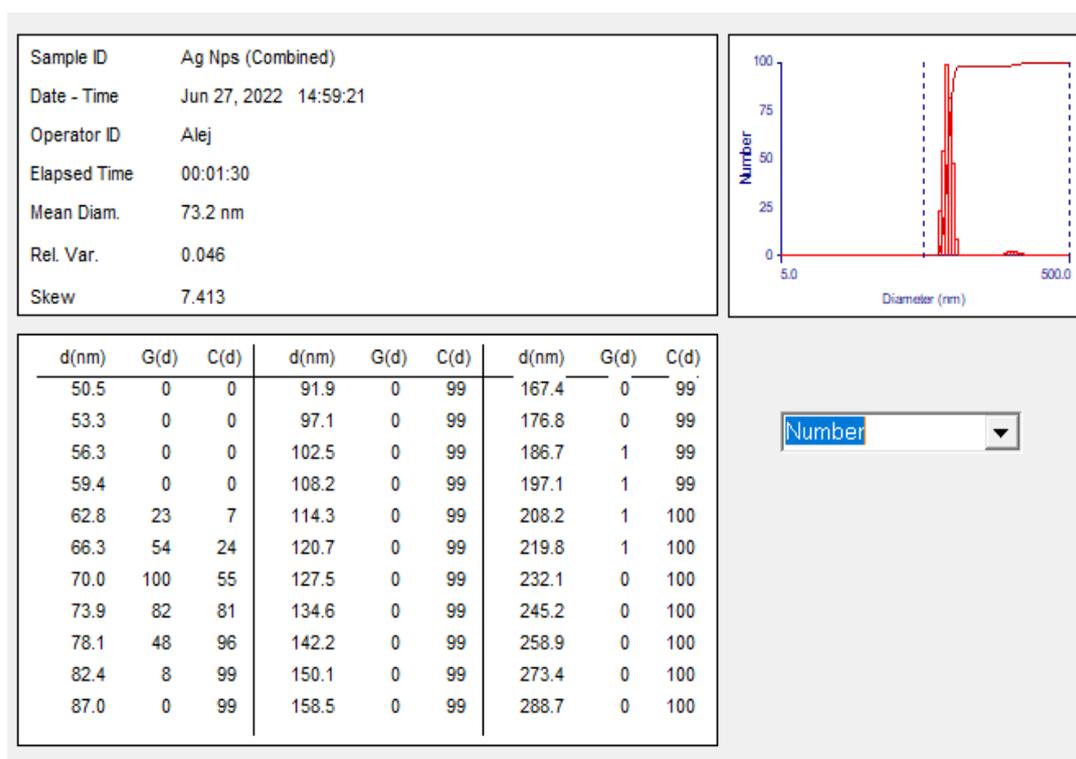
4.2 Síntesis de Nanopartículas de plata

Tabla 6. Condiciones operacionales para la síntesis de AgNPs

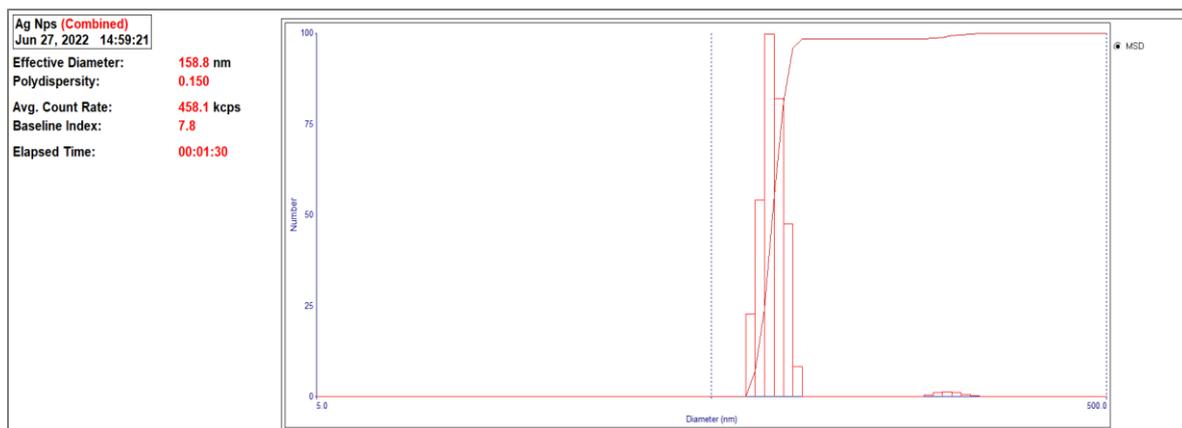
Código	(pH)	Temperatura (°C)	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)
M1 AgNPs-Aa	6.8	55	300	5
M2 AgNPs-Aa	7.1	55	300	5
M3 AgNPs-Aa	7.5	55	300	5

En la Tabla 6 se observan los indicadores para la síntesis de las AgNPs, mostrando el pH, temperatura, velocidad y tiempo de las tres muestras para luego ser utilizadas en el tratamiento de aguas grises domésticas.

4.3 Caracterización de nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*.



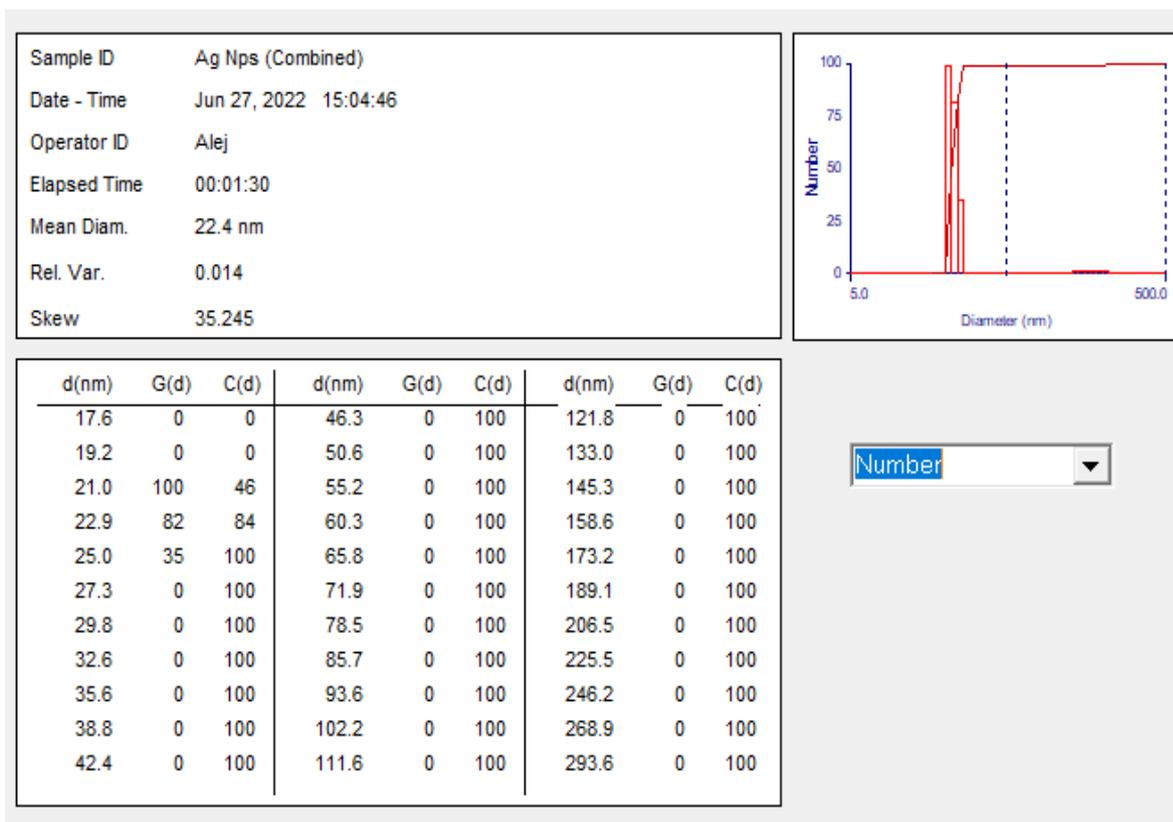
a)



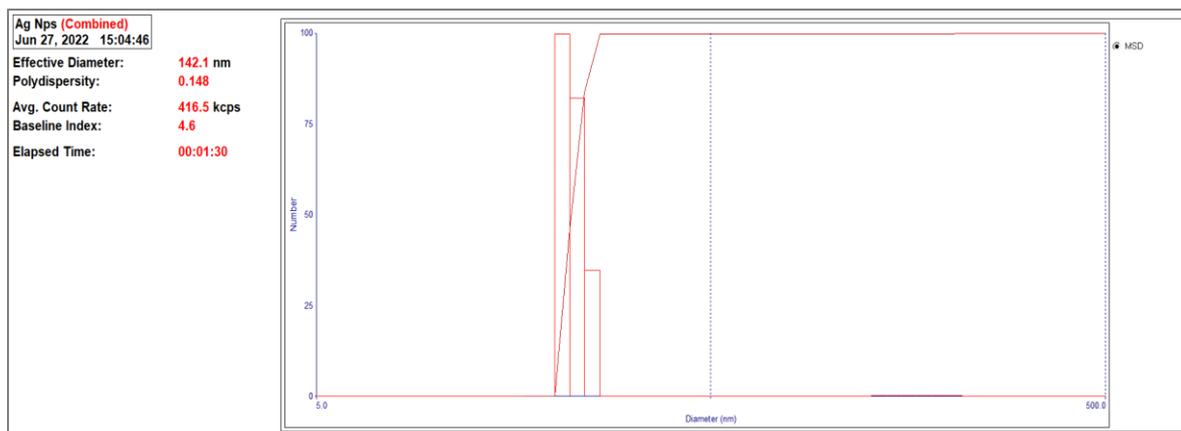
b)

Figura 18. Caracterización de M1 AgNPs-Aa mediante DLS

En la Figura 18 se presentan los resultados de la caracterización mediante Dispersión de Luz Dinámica (DLS), se obtuvo un diámetro medio de 73.2 nm (Figura 18 a) y una polidispersidad de 0.150 (Figura 18 b) en la primera síntesis de nanopartículas de plata.



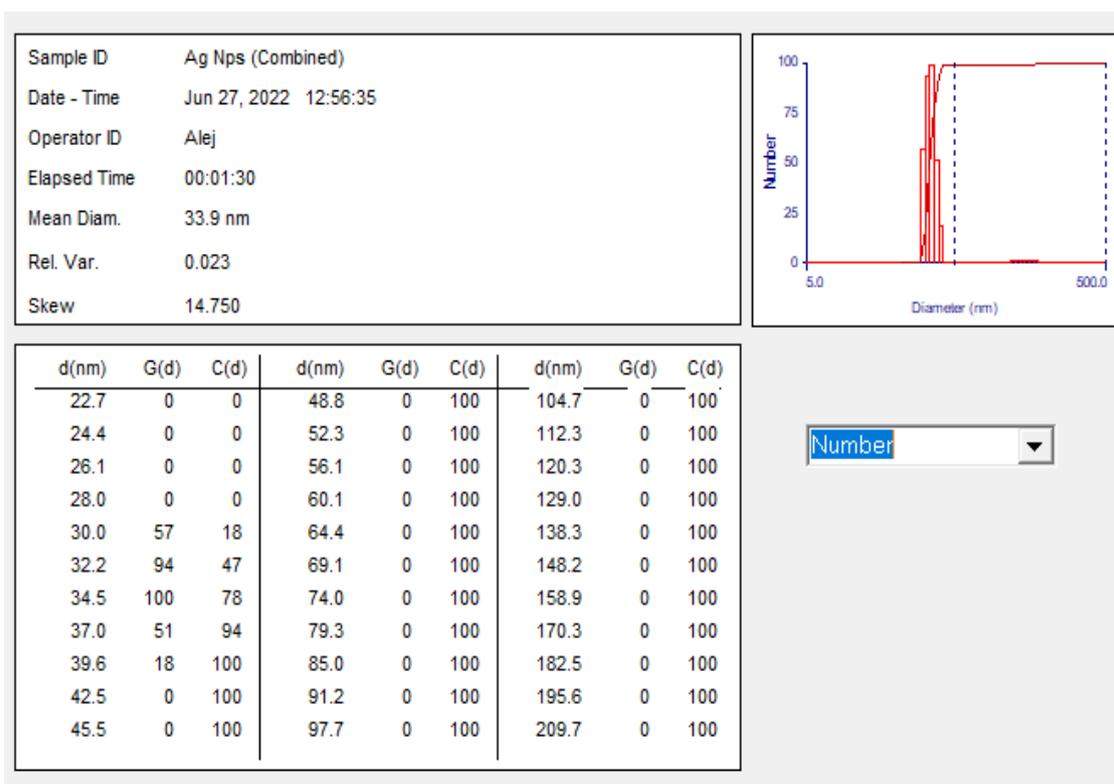
a)



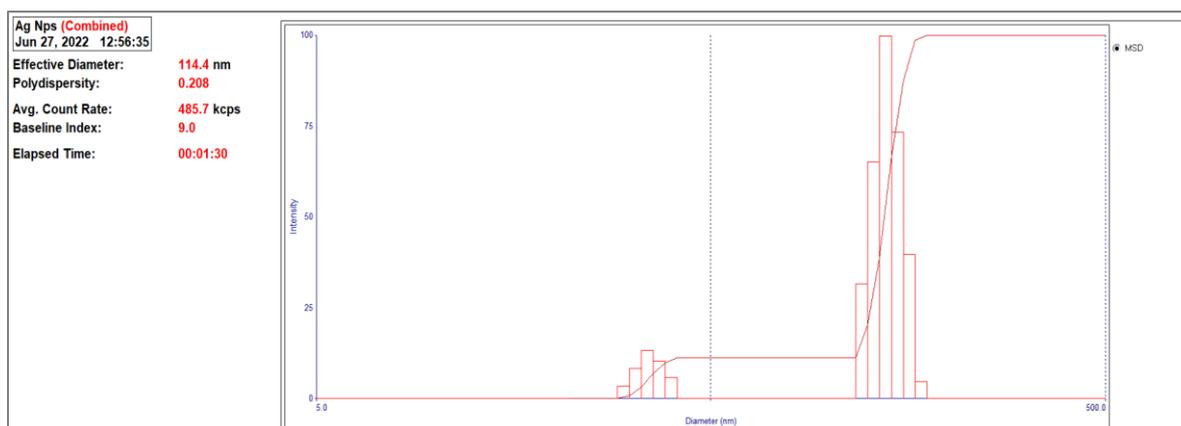
b)

Figura 19. Caracterización de M2 AgNPs-Aa mediante DLS

En la Figura 19 se presentan los resultados de la caracterización mediante Dispersión de Luz Dinámica (DLS), se obtuvo un diámetro medio de 22.4 nm (Figura 19 a) y una polidispersidad de 0.148 (Figura 19 b) en la segunda síntesis de nanopartículas de plata.



a)



b)

Figura 20. Caracterización de M3 AgNPs-Aa mediante DLS

En la Figura 20 se presentan los resultados de la caracterización mediante Dispersión de Luz Dinámica (DLS), se obtuvo un diámetro medio de 33.9 nm (Figura 20 a) y una polidispersidad de 0.208 (Figura 20 b) en M3 AgNPs-Aa.

Tabla 7. Caracterización de las Nanopartículas de plata mediante (DLS)

Código	Tamaño (nm)	Polidispersión
M1 AgNPs-Aa	73.2	0.150
M2 AgNPs-Aa	22.4	0.148
M3 AgNPs-Aa	33.9	0.208

En la Tabla 7 se muestra el tamaño y polidispersión de las tres muestras, obtenidas por la caracterización de las AgNPs sintetizadas con *Agave americana* mediante la DLS. De acuerdo a los resultados, la segunda muestra obtuvo el menor tamaño con 22.4 nm y una polidispersión baja de 0.148 en relación con las otras dos síntesis.

4.4 Aplicación de AgNPs sintetizadas con *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas

4.4.1 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas.

En las tablas 8 ,9 y 10 se muestran los resultados de los tratamientos de aguas grises domésticas, para los cuales se utilizó una dosis de 10 mililitros de nanopartículas. Así mismo los efectos de la aplicación de las AgNPs en las aguas grises se evaluaron en 5 tiempos a una velocidad constante de 400 rpm.

Tabla 8. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M1 AgNPs-Aa.

Parámetro	Unidad	Tiempo (min)				
		15	30	45	60	75
Temperatura	°C	20	20	20	20	20
Potencial de hidrógeno	Unidad pH	5.94	6.07	6.09	6.12	6.17
Conductividad eléctrica	µS/cm	636	641	643	645	647
Potencial redox	mV	180	160	164	164	166
Turbidez	NTU	108.2	82.4	81.5	76.6	70.8
Oxígeno disuelto	mg/L	0.850	0.963	1.001	1.038	1.076
Demanda química de oxígeno	mg/L	1433.3	1326.7	1100.0	880.0	766.7
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	461.0	446.9	441.6	430.1	411.2
Sólidos Totales	mg/L	4443	3905	3851	2747	1926
Sólidos Disueltos	mg/L	2884	2539	2623	1171	876
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1559	1366	1228	1576	1050

En la Tabla 8 se observa los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas tratadas con la muestra 1 de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana*, la aplicación de la AgNPs de 73.2 nm fue evaluada en 5 tiempos, mostrando valores bajos a los 75 minutos, como 70.8 NTU,

cambios de OD a 1.076 mg/L, DQO a 766.7 mg/L, DBO5 a 411.2 mg/L, ST a 1926 mg/L, SD a 876 mg/L y SST a 1050 mg/L.

Tabla 9. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M2 AgNPs-Aa.

Parámetro	Unidad	Tiempo (min)				
		15	30	45	60	75
Temperatura	°C	20	20	20	20	20
Potencial de hidrógeno	Unidad pH	6.85	6.97	7.00	7.01	7.08
Conductividad eléctrica	μS/cm	625	626	628	629	630
Potencial redox	mV	125	158	146	147	149
Turbidez	NTU	84.0	75.5	56.9	54.2	52.0
Oxígeno disuelto	mg/L	1.133	1.605	2.454	2.907	3.058
Demanda química de oxígeno	mg/L	1253.3	900.0	766.7	660.0	366.7
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	439.8	424.7	416.8	406.3	373.4
Sólidos Totales	mg/L	4097	3928	2923	1924	1407
Sólidos Disueltos	mg/L	2342	2800	1449	1257	762
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1754	1128	1474	666	745

En la Tabla 9, se observa los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas tratadas con nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana*, se analizó 5 tiempos con la segunda muestra de NP la cual tuvo un tamaño de 22.4 nm, muestran valores en reducción considerablemente a los 75 minutos teniendo 52 NTU, incremento del OD a 3.058 mg/L, DQO a 366.7 mg/L, DBO5 373.4 mg/L, ST a 1407 mg/L, SD a 762 mg/L, SST a 745 mg/L.

Tabla 10. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas grises domésticas tratadas con M3 AgNPs-Aa.

Parámetro	Unidad	Tiempo (min)				
		15	30	45	60	75
Temperatura	°C	20	20	20	20	20
Potencial de hidrógeno	Unidad pH	5.91	5.99	6.06	6.13	6.15
Conductividad eléctrica	µS/cm	626	632	637	638	639
Potencial redox	mV	189	192	165	166	167
Turbidez	NTU	79.8	78.0	77.0	68.0	67.0
Oxígeno disuelto	mg/L	0.944	1.699	1.982	2.020	2.077
Demanda química de oxígeno	mg/L	1320.0	1213.3	1053.3	693.3	573.3
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	443.0	432.0	431.0	417.0	394.0
Sólidos Totales	mg/L	4334	3649	3446	2580	1691
Sólidos Disueltos	mg/L	2854	2491	2383	1101	776
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1480	1158	1063	1479	915

En la Tabla 10, se obtuvieron resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas tratadas con nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana*, en efecto las nanopartículas de 33.9 nm presentan mejores resultados a los 75 minutos de aplicación, obteniendo 67 NTU, OD a 2.077 mg/L, DQO a 573.3 mg/L, DBO5 394.0 mg/L, ST a 1691 mg/L, SD a 776 mg/L, SST a 915 mg/L.

Tabla 11. Porcentajes de reducción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a 75 min.

Parámetro	Unidad	Inicial	T M1	%	T M2	%	T M3	%
OD	mg/L	0.81	1.076	33%	3.058	278%	2.077	156%
DQO	mg/L	1533.3	766.7	50%	366.7	76%	573.3	63%
DBO5	mg/L	623	411.2	34%	373.4	40%	394	37%
Turbidez	(NTU)	430	70.8	84%	52	88%	67	84%
ST	mg/L	6372	1926	70%	1407	78%	1691	74%
SD	mg/L	4064	876	78%	762	81%	776	81%
SST	mg/L	2308	1050	55%	745	68%	915	60%
CT	UFC/mL	37584	0	100%	0	100%	0	100%

En la Tabla 11 se presentan los porcentajes de variación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a los 75 minutos, donde se observa un notable incremento del oxígeno disuelto en el tratamiento con nanopartículas de plata de 22.4 nm de diámetro.

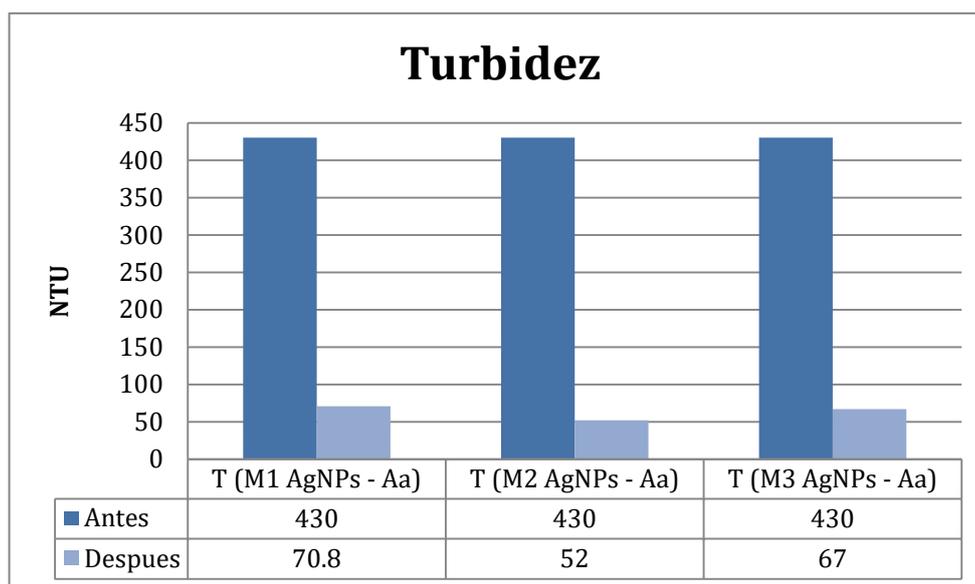


Figura 21. Comparación de porcentajes de turbidez en el tiempo de 75 min.

Según se observa en la Figura 21 comparaciones de turbidez inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 83.5%, en la M2 AgNPs - Aa de 88% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 84.4%.

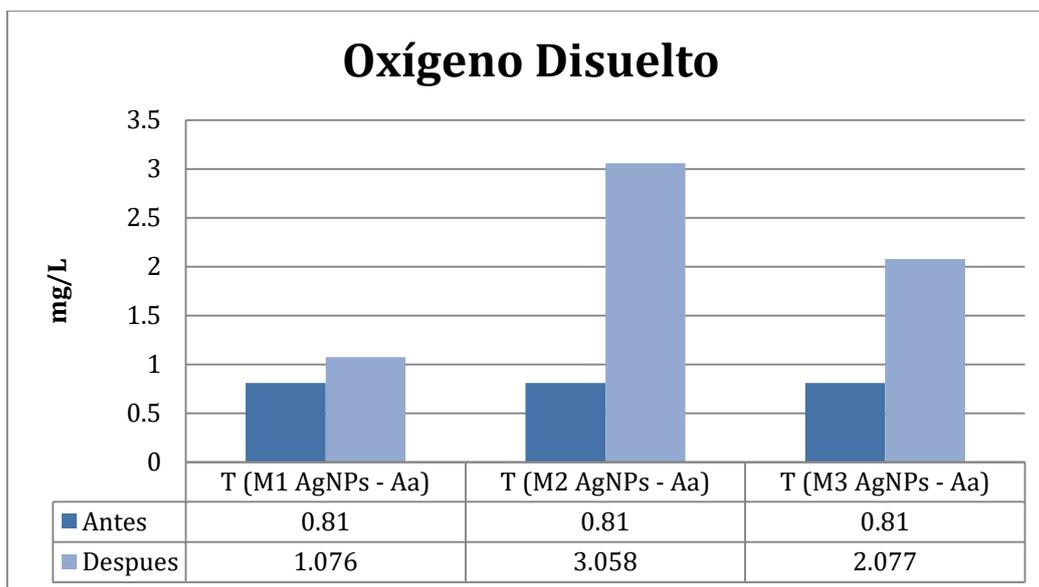


Figura 22. Comparación de porcentajes de OD en el tiempo de 75 min.

En la Figura 22 se muestran comparaciones de Oxígeno Disuelto inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa un incremento del 33%, el tratamiento con la M2 AgNPs - Aa de 278% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 156%.

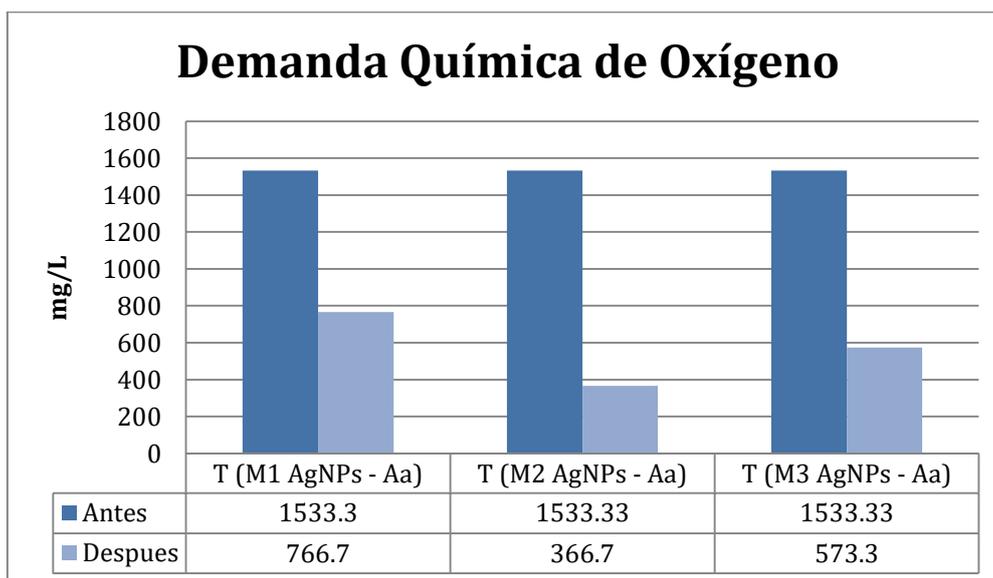


Figura 23. Comparación de porcentajes de DQO en el tiempo de 75 min.

En la Figura 23 comparaciones de Demanda Química de Oxígeno inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 50%, en la M2 AgNPs - Aa de 76% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 63%.

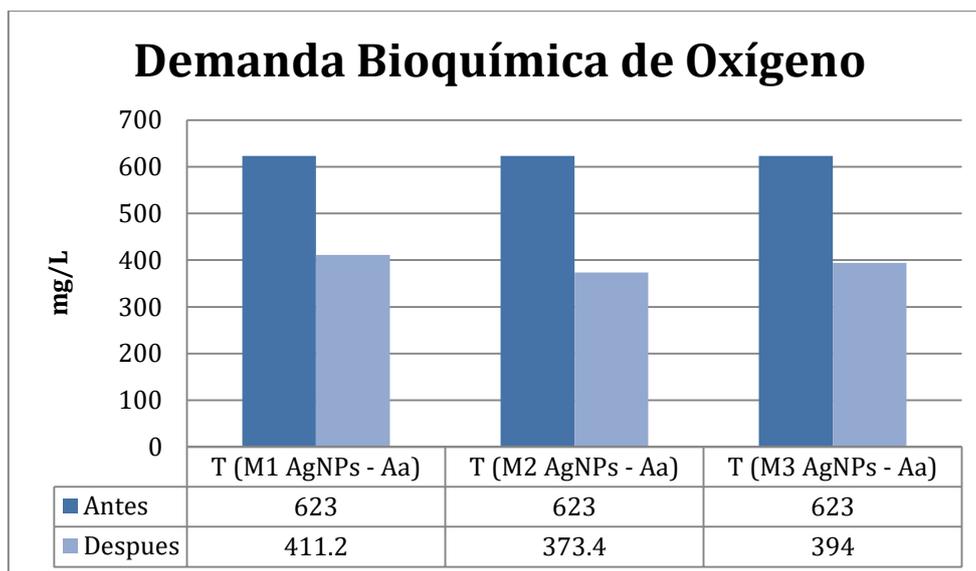


Figura 24. Comparación de porcentajes de DBO5 en el tiempo de 75 min.

Se muestra la Figura 24 comparaciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 33%, en la M2 AgNPs - Aa de 40% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 37%.

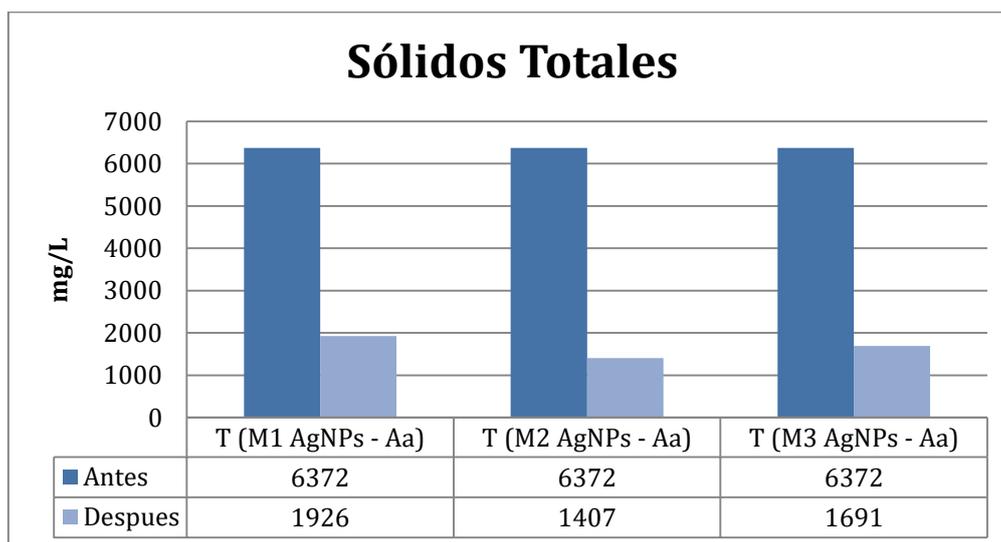


Figura 25. Comparación de porcentajes de Sólidos totales en el tiempo de 75 min

En la Figura 25 comparaciones de Sólidos Totales inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 70%, en la M2 AgNPs - Aa de 78% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 74%.

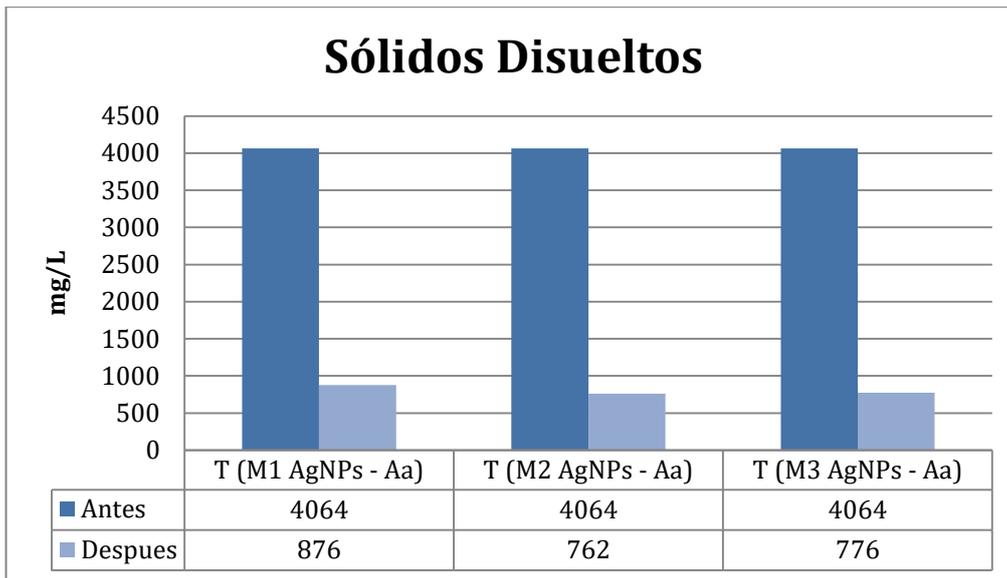


Figura 26. Comparación de porcentajes de Sólidos Disueltos en el tiempo de 75 min

En la Figura 26 comparaciones de Sólidos Disueltos inicial y final de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 78%, en la M2 AgNPs - Aa de 81% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 81%

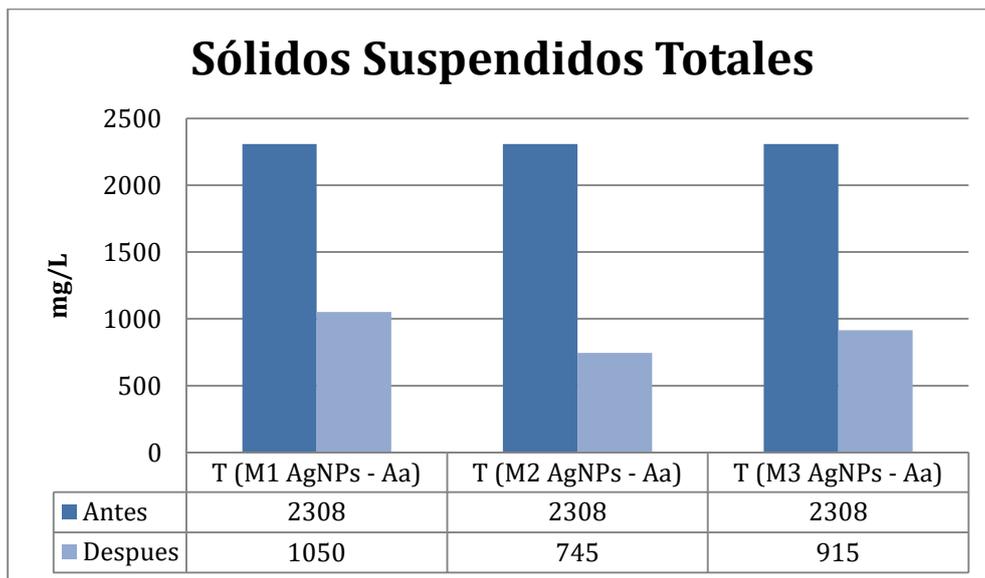


Figura 27. Reducción de Sólidos Suspendidos Totales a 75 min

En la Figura 27 Reducción de Sólidos Suspendidos Totales de las tres muestras, teniendo en M1 AgNPs - Aa una reducción de 55%, en la M2 AgNPs - Aa de 68% y la muestra M3 AgNPs - Aa de 60%.

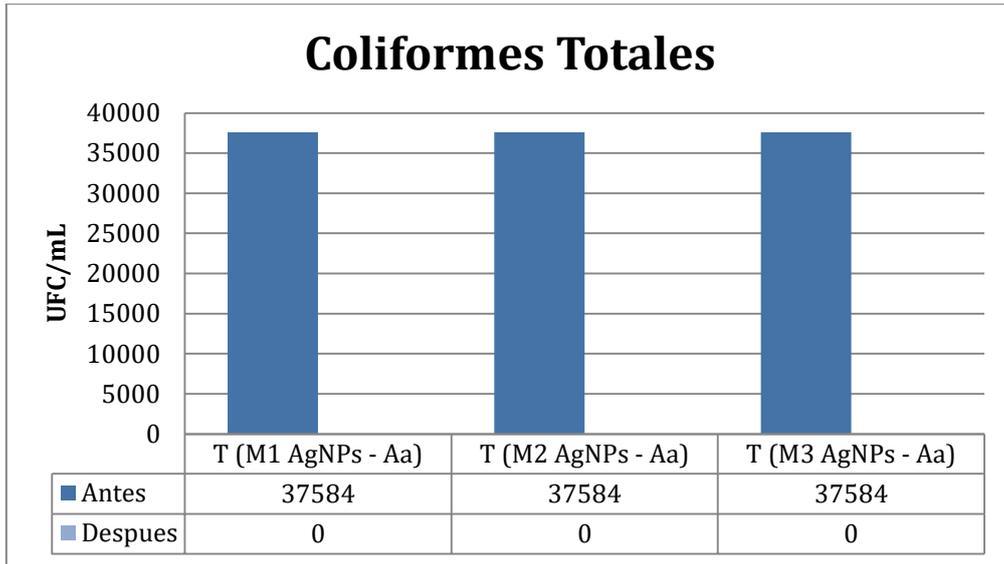


Figura 28. Comparación de porcentajes de remoción de Coliformes Totales en el tiempo de 75 min

En la Figura 28 comparaciones del parámetro microbiológico como Coliformes Totales Se obtuvieron como resultado la reducción al 100% de coliformes totales en un tiempo de 75 minutos para los 3 tratamientos de aguas grises.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación se centró en la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022, con el fin de mejorar su calidad. El utilizar las hojas de *Agave americana* como agente reductor resultó beneficioso ya que se logró obtener nanopartículas con bajo índice de polidispersidad y de tamaño de 22.4 nm, los cuales al aplicarse en las aguas grises redujeron considerablemente sus parámetros fisicoquímicos, en cuanto a los parámetros microbiológicos como coliformes totales se logró la reducción en su totalidad. Respecto a los resultados obtenidos sobre las propiedades físicas, químicas, microbiológicas del agua inicial se encontró una alta turbidez de 430 NTU, con elevadas concentraciones de DQO de 1533.3 mg/L, DBO5 623 mg/L, encontrándose un aumento de materia orgánica de 6372 mg/L, SD 4064 mg/L y SST 2308 mg/L, observándose valores altos de coliformes totales, posteriormente al ser aplicadas las AgNPs de menor diámetro se tuvo porcentajes de reducción óptimos en turbidez de 88%, DQO con 76%, DBO5 40%, ST 78%, SD 81% y SST 68%, logrando eliminar microorganismos a 0 UFC/m reduciendo el 100%. Comparando con el estudio de Feijoo (2018), en su parámetro inicial de 2 muestras se detalló las concentraciones en parámetros físico químicos en DBO5 <2.0 mg/L de DQO <5 mg/L de ambas muestras, en ST con 245 mg/L, 255 mg/L, SD 184 mg/L, 190 mg/L y en los SST de 245 mg/L, 255 mg/L con la AgNPs de 55.6 nm se redujo al 100% los coliformes totales. PORRAS, Y (2019) obtiene DBO5 25 mg/L, DQO 60 mg/L y en coliformes totales 9200 NMP/100mL en el agua inicial, después del tratamiento de NPs da conocer el porcentaje de reducción en coliformes totales al 100%, con respecto a la investigación de Parraguez (2020), disminuyó en turbidez de 97% con 5.8 UNT, el 93% con un total de 1016 mg/L de SST. Sin embargo, Benavente (2016), en el agua inicial tuvo análisis en parámetros fisicoquímicos como turbidez en las cinco muestras M1 0.64 NTU, M2 0.72 NTU, M3 0.70 NTU, M4 0.80 NTU y M5 0.64 y en coliformes totales en la M3 1.6 NMP/100 ml y M4 2.2 NMP/100ml, después de la aplicación de las AgNPs se observó reducción en turbidez en la M1 un 2%, M2 40%, M3 49%, M4 64% y M5 con 53% y una reducción del 50% de coliformes totales. Talavera et al. (2018), en la muestra inicial tuvo 0.8 NTU y de coliformes totales 92 UFC/100 mL, después de utilizar la NPs se redujo un 64% turbidez y removiendo el 100% de coliformes totales UFC/100mL.

Las nanopartículas de plata sintetizadas con extracto de *Agave americana* fueron obtenidas bajo las siguientes condiciones operacionales, una temperatura de 55°C, agitación de 300 revoluciones por minuto, tiempo de reacción de 5 minutos, obteniendo un pH de 7.5. Se pudo apreciar la variación de color de un amarillo intenso a un café claro, encontrándose que la solución más oscura era la que contenía mayor volumen de extracto de *Agave americana*, la temperatura utilizada influyó en la reacción ya que se realizó en menor tiempo, a diferencia de Kong et al. (2021) obtuvieron nanopartículas de plata mezclando una relación de 1:2 de nitrato de plata con extracto de hoja de *C. sativa*, la síntesis se realizó en un periodo de 12 horas a temperatura ambiente. Por otro lado, Jalab et al. (2021), realizaron la síntesis a una temperatura de 35°C, ocupando un total de 48 horas para obtener nanopartículas de plata sintetizadas con extracto de *Acacia cyanophylla*; Morejón et al. (2018) obtuvieron nanopartículas utilizando extracto de *Ambrosia arborescens* y nitrato de plata de 1mM, la mezcla se agitó durante 50 minutos a una temperatura de 50°C y el pH fue de 8; Real y Benites (2021), obtuvieron nanopartículas de plata (AgNPs) sintetizadas con extracto de perejil. La síntesis se desarrolló a 65°C, con una agitación constante de 400 rpm. En total se realizaron 3 muestras, en la primera el tiempo fue de 5 minutos con un pH de 5.4, la segunda síntesis se realizó en 7 minutos con un pH de 5.7 y la última en un tiempo de 9 minutos con un pH de 5.13. Zawadzka et al. (2021), en cuanto las condiciones operacionales para la obtención de las nanopartículas con biomasa de *G. striatum*, el tiempo de incubación fue de 2 días a una temperatura de 28°C con una velocidad de 160 rpm y pH fue de 6.1. Por lo que se puede deducir que la temperatura influye en la síntesis, ya que al incrementarse se acelera el tiempo de reacción para obtener AgNPs. Sin embargo se debe tener cuidado al utilizar temperaturas elevadas, respecto a ello López et al. (2018), Sintetizaron nanopartículas de plata con extracto *Agave tequilana*, la síntesis se realizó en un autoclave, como agente precursor utilizaron nitrato de plata y acetato de plata, realizaron un total 5 experimentos por cada sal precursora, se varió la dosis del extracto de agave, cantidad de agua desionizada y temperaturas de 80, 90, 100, 110 y 120°C, el tiempo de reacción fue 5 minutos para todas las soluciones. El cambio de color evidenció la formación de AgNPs. Las muestras en las cuales se empleó nitrato de plata mostraron colores más oscuros además de presentar mayor estabilidad.

La caracterización de las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana* se realizó mediante la técnica de dispersión de luz dinámica, las AgNPs presentaron tamaños de 73.2, 22.4 y 33.9 nanómetros y una dispersión de 0.150, 0.148 y 0.208. Al ser comparados con diferentes estudios como: Muñoz et al. (2020), sintetizaron las nanopartículas de plata con el extracto de las cáscaras de *Opuntia ficus indica*, obteniendo un tamaño promedio de 64.28 ± 11.82 nm; Jalab et al. (2021), la solución de las nanopartículas de plata preparadas con el extracto de *Acacia cyanophylla* formaron un color marrón visible, presentando un diámetro medio de 88 nm y un índice de polidispersidad adecuado.; Zawadzka et al. (2021), para la síntesis de las AgNPs usaron biomasa de *G. striatum*, la formación de las nanopartículas se evidenció por el cambio de color, que pasó de amarillo a café oscuro, obteniendo un tamaño de $21,5 \pm 6,67$ nm; Kong et al. (2021), obtuvieron AgNPs sintetizadas con hojas de *Cannabis sativa* con tamaño promedio de 11.5 nm, la distribución del tamaño estuvo en rangos de 8 a 15 nm; Priya et al. (2021), desarrolló la síntesis utilizando extractos acuosos de *Scutellaria barbata*, obtuvieron nanopartículas en su mayoría de forma esférica y con un tamaño entre 20 y 40 nm; Morejón et al. (2018) obtuvieron nanopartículas de plata sintetizadas con el extracto de *Ambrosia arborescens*, se determinó que las nanopartículas de plata obtenidas son dispersas con un tamaño promedio de 14 ± 6 nm. Real y Benites (2021), obtuvieron nanopartículas de plata sintetizadas con el extracto de perejil, la caracterización se realizó mediante la técnica de DLS, obteniendo AgNPS de 56.99, 24.25 y 30.56 nm de diámetro medio y una polidispersión de 0.221, 0.192 y 0.226 respectivamente. Por otro lado López et al. (2018) mediante espectroscopía UV-visible para corroboraron la formación de AgNP. Los resultados de UV-vis indican las muestras 1 a 5 mostraron una mayor concentración de AgNP que las muestras 6 a 10. En cuanto a la morfología de los AgNP, los espectros UV-vis indican que las muestras eran en su mayoría fueron esféricas a excepción de las muestras 5 N, 3 N, 5A y 1A que presentaron una cola alrededor del rango de 400 a 800 nm indicando la presencia de nanobarras de plata.

Se determinó que la dosis óptima de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas, fue de 10 mL de AgNPs en un tiempo de 75 minutos eliminando coliformes totales al 100%. Además de reducir significativamente otros parámetros. Porras (2019), con una dosis de 30

mL de AgNPs con *Eucalyptus globulus*, en un tiempo de 48 horas logró reducir los coliformes totales al 100%. Mientras que Feijoo (2018), utilizado 1 mL de AgNPs sintetizadas con *Rosmarinus Officinalis* redujo el 100% de coliformes totales en un tiempo de 24 horas. Por otro lado, Neira (2015), obtuvo una dosis óptima de 3 mL de AgNPs con extracto de eucalipto en un tiempo de 24 horas para disminuir valores microbiológicos al 99.8 % en aguas residuales. Muñoz (2020), se trató con una dosis de 1 mL de AgNPs sintetizadas con *Opuntia ficus-indica* a 30 minutos, demostrando la eliminación de bacterias en coliformes totales al 79% y Oves et al. (2022) utilizó 10 mL de AgNPs sintetizadas con *Conocarpus Lancifolius* durante 90 minutos logrando reducir bacterias al 100%.

VI. CONCLUSIONES

La aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* en el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022 demostró ser efectiva, ya que se logró mejorar la calidad de agua reduciendo en un 88% la turbidez, DQO en 76%, DBO en 40%, ST en 78%, SD en 81%, SST en 68% y eliminando al 100% los microorganismos encontrados el agua.

Las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas fueron obtenidas bajo las siguientes condiciones operacionales: temperatura de 55°C, agitación constante de 300 rpm, por un periodo de 5 minutos y pH de 7.1.

Se obtuvieron nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana* de 73.2, 22.4 y 33.9 nanómetros, con una dispersión de 0.150, 0.148 y 0.208 respectivamente, siendo la de 22.4 nm la que presentó mejores resultados en el tratamiento de aguas grises domésticas.

Se determinó que la dosis y tiempo de contacto necesarios de nanopartículas de plata sintetizadas con el *Agave americana* para el tratamiento de aguas grises domésticas fue de 10 mL en un tiempo de 75 minutos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar la síntesis de nanopartículas de plata con soluciones de nitrato de plata de menores concentraciones para obtener nanopartículas de menor tamaño.
- Prolongar el tiempo de contacto del tratamiento de aguas grises domésticas con nanopartículas de plata y evaluar los resultados.
- En futuras investigaciones se podría incluir un pre tratamiento y con ello mejorar los resultados obtenidos.
- Realizar tratamientos de aguas grises domésticas se deben tomar en cuenta los parámetros microbiológicos, si bien es cierto son aguas mínimamente contaminadas también pueden contener estos contaminantes.

REFERENCIAS

- ABANTO Cuipal, Jocaved. Aplicación de Nanopartículas de Plata sintetizada por electrolisis para la reducción de Escherichia coli en las aguas de la Bahía de Ancón, a nivel de laboratorio, 2017. Universidad Cesar Vallejo: Lima.
- AGUDELO, J Y ALVEAR, A. Estudio de la sedimentación de los sólidos presentes en el tratamiento primario del agua residual doméstica de la ciudad de Cali, 2015. Universidad del Valle. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/8971/3754-0505719.pdf?sequence=1>
- ARIAS, G; VILLASÍS, M; María Guadalupe, M. El protocolo de investigación III: La población de estudio. Revista Alergia México, vol.33, núm.2, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf> ISSN: 0002-5151
- AZCONA, M. [et al]. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. Universidad Nacional de la Plata, 2014. Disponible en; https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12219/ev.12219.pdf
- BARRENECHEA, A. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Disponible en; <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- BAYLON, M. *Biosíntesis de nanopartículas metálicas en extracto acuoso de Opuntia spp de poblaciones cultivadas y silvestres, 2015. México, XVI. Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.*
- BERMEO, D y SALAZAR, D. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa textil. Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador. Tesis (Título de ingeniera Industrial) [En línea] 2013 [Citado el: 19 de Setiembre de 2021.] Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6215/1/UPS-GT000524.pdf>
- BENAVENTE, L. (2016). Propuesta de la aplicación de nanopartículas de plata en filtros para purificar las aguas de zonas rurales de Camana-Arequipa, Universidad Católica de Santa María [En línea] 2016 [Fecha de consulta 1 de junio de 2020]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/198125704.pdf>

- Biosíntesis de nanopartículas de plata asistida por ultrasonidos mediante la utilización de extracto de perejil (*Petroselinum Crispus*) por Vicente Berenguer-Lozano [et al]. Portugal: Euro Regio 2016, (1): 1-8, junio 2016.
- BRITTO, Fiona Macarena; CASTRO, Guillermo Raúl. Nanotecnología, hacia un nuevo portal científico-tecnológico. *Química Viva*, 2012, vol. 11.
- CARDEÑO, Lukas y LONDOÑO, Martha. Síntesis verde de nanopartículas de plata mediante el uso del ajo (*Allium sativum*). *Revista Soluciones del Postgrado*, (12): 129-140, 2014. ISSN; 129-140.
- CARDOSO, P. Nanopartículas de plata: obtención, utilización como antimicrobiano e impacto en el área de la salud, 2016. *Revista Pediátrica del Hospital de Niños de Buenos Aires*. 58(260), 19-28.
- CARRASQUERO FERRER, Sedolfo José, y otros. "Efectividad de coagulante obtenidos por residuos de papa (*Sonalum tubersum*) y platano (*Musa paradisiaca*) en la clarificación de aguas". *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. [En línea] 09 de Febrero de 2017. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] ISSN 1900-4699.
- CARRASQUERO, Sedolfo, y otros. "Remoción de turbidez usando semillas de *Tamarindus indica* como coagulante en la potabilización de aguas". *Revista Bases de la Ciencia*. [En línea] 15 de Noviembre de 2018. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] ISSN 2588-0764.
- CASAL, Paula. Síntesis de nanopartículas con propiedades adsorbentes mediante métodos de química sustentable. Tesis (Departamento de Química física e Ingeniería química I). España: Universidade da Coruña, 2015. pp.6-15.
- CERVANTES, R. y REYNA, T. Identificación fitoquímica y aislamiento de microorganismos endófitos de *Agave americana*, 2019. Universidad María Auxiliadora. Perú. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12970/238>
- CONTRERAS, K y GUTIÉRREZ, T. Remoción de plomo de las aguas del efluente minero de Yauli La Oroya utilizando el coagulante de Maguey (*Agave americana L.*) a nivel de laboratorio, 2015. (Universidad Nacional del Centro del

Perú). Disponible en:
[http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3730/ContrerasSanabriaGutierrez Mayta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3730/ContrerasSanabriaGutierrezMayta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CONTRERAS, X y HERRERA, J. Disminución de contaminantes de las aguas grises utilizando Spirodela polurhiza y Eichhornia crassipes en la urb. Las Flores - San Juan de Lurigancho, 2021. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58925/Contreras_PXC-Herrera_HJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORONADO Valdivia, Fiorella Milagros. Eficiencia del Agave y el Aloe vera en la remoción de materia orgánica de las aguas del río Lurín en el AA. HH Julio César Tello. Universidad Cesar Vallejo: Lima, Perú. Tesis para optar al título de ingeniero ambiental, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36217>

CHÁVEZ, L. Determinación del índice de calidad del agua de consumo humano, del centro poblado de agua fresca, Distrito de Chontabamba, 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. Disponible en:
<http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/710/1/Tesis%20URIBURU%20CHAVEZ....pdf>

DAIVES, S, et al. Reutilización de aguas grises mediante sistema tecnológico alternativo: evaluación bacteriológica de las mismas. San Lorenzo: Universidad Nacional de Tucumán. 2018 Disponible en:
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/140506/CONICET_Digital_Nro.8ebbe84e-1f2f-4793-9433-f26dd86b35de_A.pdf?sequence=2&isAllowe

DÁVILA, V. CV. Estrategias para la comercialización de los derivados de la cabuya (*Agave americana* L.) 2002. Tesis para optar el grado de MSc. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 95 p.

DÍAZ, Jhon y RAMÍREZ, Lizeth. Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá D.C. Optar por un título (Ingeniero de producción). Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Bogotá, 2016. p. 35. Disponible

en:<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3140/D%EDazOvi edoJhonJairo2016.pdf;jsessionid=CD3ED9694F64067FACDDE7CE45602474?sequence=1>

EGUIARTE, L y SOUSA, V. Historia natural del Agave y sus parientes: evolución y ecología, 2007. In Colunga-GarcíaMarín, P; Larque S, A; Eguiarte, LE & Zizumbo-Villareal, Daniel. Eds. En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México 3-21.

ESPIGARES, M y PÉREZ, J. Agua residuales. Composición. Disponible en: https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Agua s_Residuales_composicion.pdf

FEIJOO, C. 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, 2018. Universidad César Vallejo. Perú. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/18685>

FIDIAS, G. El proyecto de investigación. 6a ed. Editorial Episteme.2012 Disponible en:https://issuu.com/fidiasgerardoarias/docs/fidias_g._arias._el_proyecto_de_in v

FRANCO, M. Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile. Chile: Universidad de Chile, 2007 Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104596/franco_m.pdf;sequence=3

G. P. Winward, L. M. Avery, T. Stephenson, and B. Jefferson, "Chlorine disinfection of grey water for reuse: effect of organics and particles," Water Research, vol. 42, no. 1-2, pp. 483–491, 2008.

GAMARRA, J. Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas grises con humedal artificial en una asociación de vivienda en Ate Vitarte. Universidad Nacional Agraria - La Molina. Tesis (Título de ingeniero ambiental) [En línea] 201. [Citado el: 19 de Setiembre de 2021.]

GARCÍA, A, JACQUES, C y SALAZAR, B. Una nueva especie de Agave, subgénero *Littaea* (Agavaceae) De Tamaulipas, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 1(1)

GIRI, Alok, et al. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Eugenia roxburghii* DC. extract and activity against biofilm-producing bacteria. *Sci Rep* 12, 8383 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12484-y>

GUILLEMES, A. Aplicación de la oxidación avanzada en la desinfección de aguas residuales. Universidad del Pacífico, Ecuador. Vol. XXXV, No 3, 2014 p. 60 - 72. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v35n3/riha05314.pdf>

GONZALES CCANTO, Elizabeth Marleni y QUISPE ESCOBAR, Rosadhi Claudia. "Influencia de los Microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Distrito de Huancavelica en el 2020". Universidad Nacional de Huancavelica. [En línea] 08 de Julio de 2020. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3318/TESIS-2020-ING.%20AMBIENTAL-GONZALES%20CCANTO%20Y%20QUISPE%20ESCOBAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GONZÁLEZ, A. Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas obtenidas a partir de miel. Análisis químico computacional, 2017. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4282/Tesis%20Gonz%c3%a1lez%20F%c3%a1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ, F., TORRENEGRA, D. y ALBIS, A. (2020). Biosíntesis de nanopartículas de plata con *Chlorella* sp. *Revista ION*. vol. 34, núm. 2, pp. 7-15. Universidad Industrial de Santander.

Green Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles and Their Effect on the Unicellular Alga *Chlamydomonas reinhardtii* por Nhung H. A. Nguyen [et al]. Czech Republic: *Nanoscale Research Letters*, 13: 1-13, mayo de 2018.

HEMA, Jerusha A., et al. Green synthesis of silver nanoparticles using Zea mays and exploration of its biological applications. *IET nanobiotechnology*, 2016, vol. 10, no 5, p. 288-294. Disponible en <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1049/iet-nbt.2015.0103>

HERNÁNDEZ, C. Introducción a los tipos de muestreo. *Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, vol. 2 N° 1, 2019. Disponible en: <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>

HERNÁNDEZ, M y AVILA D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económicas Administrativas del ICEA*. 2020. vol 9, n 17. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

Hernández, R, Fernández, C, Baptista. *Metodología de la Investigación*. México. Edición Mexicana, 6a ed. [En línea]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISSN: 978-1-4652-2396-0

INEI. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales, 2015. [En línea] Diciembre de 2015. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/libro.pdf.

IÑIGUEZ, G., R. et al ,Utilization of by-products from the tequila industry. Part 2: potential value of Agave tequilana Weber azul leaves, *Bioresource Technology*, Volume 77, Issue 2, 2001, Pages 101-108, ISSN 0960-8524, [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00167-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00167-X).

JAIMES Palacios, Norma. Eficiencia del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) Miller con un sistema de filtración para la remoción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en el agua residual doméstica del Centro Urbano Hornillos, Áncash 2016. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2016. 99 pp.

JALAB, Jauld, y otros. Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of *Acacia cyanophylla* and its antibacterial activity. 9, Syria : Heliyon, 2021, Vol. 7. ISSN 2405-8440.

JAYA, Fabian. Estudio de los sólidos suspendidos en el agua del río tabacay y su vinculación con la cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca. Universidad de cuenca, 2017. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28542/1/Trabajo%20de%20titulacio%20n.pdf>

KONG, Yonghong, et al. Novel green synthesis, chemical characterization, toxicity, colorectal carcinoma, antioxidant, anti-diabetic, and anticholinergic properties of silver nanoparticles: A chemopharmacological study. *Arabian Journal of Chemistry*, 2021, vol. 14, no 6, p. 103193.

LEDEZMA, Alex. [et al]. Síntesis biomimética de nanopartículas de plata utilizando extracto acuoso de nopal (*Opuntia* sp.) y su electrohilado polimérico. *Mexico.Superficies y Vacío* 27(4) : 133-140, 2014.ISSN: 1665-3521

LILLO, M. Nanomateriales que interaccionan con la luz, 2020. España: Universidad de Alicante.

LODÉ, J. & PINO, G. 2008. *Agave cordillerensis*, una nueva especie para América del Sur. *Cactus-Aventures International* N° 77. 6-17.

López-Naranjo, et al. Biosynthesis of silver nanoparticles using a natural extract obtained from an agroindustrial residue of the tequila industry. *Materials Letters*, 2018, vol .213, p 278-281 ISSN 0167-577X

López-Romero JC, Ayala-Zavala JF, González-Aguilar GA, Peña-Ramos EA, González-Ríos H. Biological activities of Agave by-products and their possible applications in food and pharmaceuticals. *J Sci Food Agric*. 2018 May;98(7):2461-2474. doi: 10.1002/jsfa.8738. Epub 2017 Nov 15. PMID: 29023758.

LÓPEZ, V y MOYÓN, N. Desarrollo de un sistema escalado para la medición de temperatura con sistemas embebidos para el laboratorio de mecatrónica de la

facultad de mecánica, 2011. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1145/1/25T00148.pdf>

LÓPEZ, M. (2018). Evaluación del uso de la Cactácea *Opuntia ficus-indica* como coagulante natural para tratamiento de aguas. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3541/lopez-perez-malena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MALHOTRA, N. Investigación de mercados. 5a ed. México. Pearson Educación. 2008. Disponible:
<http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Mercadeo/%5BPD%5D%20Libros%20-%20Investigacion%20de%20Mercados.pdf> ISBN: 978-970-26-1185-1

MESHARAM, S. et al, Green synthesis of silver nanoparticles using white sugar, IET Nanobiotechnol. (2012) 1–5. 10.1049/iet-nbt.2012.0002

MUÑOZ, A, et al. "Green Synthesis of Silver Nanoparticles from the *Opuntia ficus-indica* Fruit and Its Activity against Treated Wastewater Microorganisms", Journal of Nanomaterials, vol. 2020, Article ID 6908290, 10 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6908290>

MOHAMMAD, Oves et al . Green synthesis of silver nanoparticles by *Conocarpus Lancifolius* plant extract and their antimicrobial and anticancer activities. Jeddah, Saudi Arabia : Saudi Journal of Biological Sciences, 2021. ISSN 1319-562X.

Morejón, B., Pilaquina, F., Domenech, F., Ganchala, D., Debut, A., & Neira, M. Larvicidal Activity of Silver Nanoparticles Synthesized Using Extracts of *Ambrosia arborescens* (Asteraceae) to Control *Aedes aegypti* L. 2018. (Diptera: Culicidae). Journal of Nanotechnology, 2018, 1–8. Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/jnt/2018/6917938/>

MORALES, E. Evaluación del sistema biológico para el tratamiento de aguas jabonosas, Chachapoyas, 2018. Título para optar a ingeniería ambiental. Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

MURILLO, Javier. Metodología Aplicada. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

NEIRA, I. Síntesis verde de nanopartículas para la eliminación de colorantes en medios acuosos, 2015. Trabajo de Fin de Grado, Universidade da Coruña, Departamento de Química Física e Ingeniería Química I, La Coruña, España. Recuperado el 22 de Agosto de 2018, de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14826/NeiraGarcia_ago_TFG_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

NORIEGA TREVIÑO, María Eugenia, y otros. Desinfección y purificación de agua mediante nanopartículas metálicas y membranas composites. Tecnología y Ciencias del Agua. [En línea] Marzo de 2012. [Citado el: 4 de Setiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3535/353531980006.pdf>. ISSN: 0187-8336.

NUÑEZ, L. et al. Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la provincia de buenos aires, Argentina, 2014. Revista Scielo. Contaminación Ambiental. 30(4)341-350.

OEFA. Fiscalización Ambiental en aguas residuales. [En línea] Abril de 2014. [Citado el: 22 de Septiembre de 2021.] https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.

Organización Mundial de la Salud (2019). Reseña técnica sobre el agua, el saneamiento, la higiene y la gestión de aguas residuales para prevenir las infecciones y reducir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53020/9789275322963_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ORIZANO, Salumina; BENITES, Elmer. Silver Nanoparticles Synthetized with Cinnamomum Camphora to Reduces Total Coliforms in Soil Agricultural, Lima Peru'. *Chemical Engineering Transactions*, 2020, vol. 79, p. 325-330. <https://www.aidic.it/cet/20/79/055.pdf>

ISBN 978-88-95608-77-8

PAIDAMOYO, Musere, y otros. Biosynthesis of silver nanoparticles using pearl millet (*Pennisetum glaucum*) husk to remove algae in the water and catalytic oxidation of benzyl alcohol. 6, Namibia, South Africa : Journal of Cleaner Production, 20 de Agosto de 2021, Vol. 312. ISSN 0959-6526.

PARRAGUEZ Mendoza, L. R. Influencia de la concentración y tiempo de contacto del coagulante de Penca Azul (*Agave americana* L) En la turbidez y sst del efluente de extracción de aceite de limón, 2020. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8738>

PAUL KUMAR, K, et al. Piper nigrum Leaf and Stem Assited Green Synthesus of Silver Nanoparticles and Evaluation of Its Antibacterial Activity Against Agricultura Plant Pathogens. 2014. Artículo de revisión. India. Scientific World. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/tswj/2014/829894.pdf>

PENELAS, María Jazmín. *Síntesis de Coloides Multifuncionales basados en sílice para la fabricación de Nanomateriales Híbridos e Inteligentes*. 2019. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

PEÑA, E. CALIDAD DE AGUA. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2007. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

PILAQUINGA, Maria, et al. Síntesis verde de nanopartículas de plata usando el extracto acuoso de las hojas de ajo (*Allium sativum*). infoANALÍTICA, 2019, vol. 7, no 2, p. 41-55. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/157/157776003/html/index.html>

PRIYA, Vishnu y otros. 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). pag. 3633-3640, India : Saudi Journal of Biological Sciences, 2021, Vol. 28. ISSN 1319-562X.

- PORRAS, A. Mejoramiento de la calidad de agua del río Chillón utilizando carbón activado y nanopartículas de plata. Perú: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61293>
- QUISPE Vilca, D. "Uso de Nanopartículas en la Purificación de Aguas. Revisión Sistemática 2021". Universidad Cesar Vallejo. [En línea] 2021. [Citado el: 05 de Setiembre de 2021.]
- RAMIREZ Flores, C. Aplicación de las nanopartículas de plata para la disminución de coliformes totales presentes en las aguas residuales Trapiche -Carabayllo. Universidad Cesar Vallejo: Lima, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43160>
- REAL, C y BENITES, E. Green silver nanoparticles for Effluent treatment ith BRL blue dye in the textile industry. Chemical Engineer Transactions. Vol. 84, 2021. AIDIC. <https://www.aidic.it/cet/21/84/038.pdf>
ISBN: 978-88-95608
- RIVERA Esteban, J. Estudio fotoacústico de nanopartículas de oro y síntesis de nanopartículas de plata por ablación láser. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2017.
- ROBLES, M. et al. Obtención de un surfactante a partir de biomasa residual de Agave Durangensis y su aplicación en la remoción de arsénico por la técnica de aglomeración esférica. Instituto Politécnico Nacional de México, 2011. Disponible en <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/15761?show=full>
- RODRÍGUEZ, Francisco [et al]. Sustainable-green synthesis of silver nanoparticles using safflower (*Carthamus tinctorius* L.) waste extract and its antibacterial activity. 4, Sonora, Mexico : Heliyon, 2021, Vol. 7. ISSN 2405-8440.
- RUIZ, I. Respuesta a las cuestiones de las practicas. Nanotecnología, 2016. Universidad del País Vasco
- SALGUERO, Marcelo [et al]. (2017). Síntesis y caracterización de nanopartículas de plata preparadas con extracto acuoso de Cilantro (*Coriandrum sativum*)y

recubiertas con látex de sangre de Drago (*Croton lechleri*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador.

SÁNCHEZ MORENO, Minerva. Nanopartículas de plata: Preparación, caracterización y propiedades con aplicación en inocuidad de los alimentos. 2017.

SOLÍS, Y, ZÚÑIGA, L, MORA, D. La Conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 31-1. 2018 p. 46. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf>

SOTIL, Hugo. Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes totales y termotolerantes) en el lago Moronacocha, 2017. Universidad Científica del Perú. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TALAVERA Nunez, M [et al]. Aplicación de nanocomposito arcilla - carboximeilquitosano - nanoparticulas de plata en filtros para el tratamiento de aguas de consumo de zonas rurales de Camaná, Arequipa. Rev. Soc. Química. Perú [en línea]. 2018, vol.84, n. 4, pp. 499-512.

TARAZONA, R y PEÑA, D. Estudio de la remoción de coliformes en aguas naturales utilizando un filtro tipo cartucho empacado con nanocompositos de fibra de fique con nanopartículas de plata. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/142255.pdf>

TRAPOTE, Arturo. Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. Alicante: Universidad De Alicante, 2013. 647 p. ISBN: 9788497172646

UNESCO. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas Residuales y el recurso desaprovechable.

VALERA, A. Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho,

2017. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16657/Valera_MAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ZAWADZKA, K. et al. Antimicrobial activity and toxicological risk assessment of silver nanoparticles synthesized using an eco-friendly method with *Gloeophyllum striatum*. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, p. 126316. ISSN 0304-3894, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126316>

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

ANEXOS

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
<p>Variable Independiente</p> <p>Nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana L.</i></p>	<p>La síntesis verde por extractos de plantas permite la formación de nanopartículas conocidas por su tamaño entre 1 y 100 nm, las nanopartículas de plata presentan propiedades bactericidas (Ramírez, 2017).</p>	<p>Las nanopartículas de plata sintetizadas con <i>Agave americana L.</i> se medirán mediante sus características físicas, condiciones operacionales, dosis y tiempo de contacto.</p>	<p>Condiciones de operación de nanopartículas de plata</p>	Temperatura	°C
				Agitación	rpm
				pH	Unidad de pH
				Tiempo	minutos
			<p>Características físicas de las nanopartículas de plata</p>	Tamaño	nm
				Polidispersión	-
			<p>Dosis y tiempo de contacto</p>	Volumen	mL
				Tiempo	minutos
				Velocidad de Agitación	rpm
			<p>Variable Dependiente</p> <p>Tratamiento de aguas grises domésticas</p>	<p>Las aguas grises son aquellas procedentes de bañeras, duchas y lavaderos, que presentan un nivel bajo de contaminación y mediante un tratamiento simple pueden ser reutilizadas. (Trapote ,2013)</p>	<p>Las aguas grises domésticas serán medidas mediante sus características físicas, químicas y microbiológicas.</p>
Conductividad eléctrica	(μS/cm)				
Turbidez	NTU				
Sólidos Totales	mg/L				
Sólidos Disueltos	mg/L				
Sólidos suspendidos totales	(mg/L)				
<p>Características químicas</p>	Potencial redox	(mV)			
	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH			
	Oxígeno Disuelto	mg/L			
	Demanda química de oxígeno	mg/L			
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L			
<p>Características microbiológicas</p>	Coliformes totales	(UFC/mL)			

Anexo N°2: Matriz de Consistencia

Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima – 2022			
Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>General:</p> <p>¿Cuáles son los resultados de la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> en el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima - 2022?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿Cuáles son las condiciones operacionales de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022?</p> <p>¿Cuáles son las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022?</p> <p>¿Cuál será la dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022?</p>	<p>General:</p> <p>Evaluar los resultados de la aplicación de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> en el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022.</p> <p>Específicos:</p> <p>Identificar las condiciones operacionales de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022.</p> <p>Determinar las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022.</p> <p>Determinar las dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> para el tratamiento de aguas grises domésticas Comas, Lima - 2022.</p>	<p>General:</p> <p>La aplicación de nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> influye en el tratamiento de aguas grises domésticas en Comas, Lima -2022.</p> <p>Específicos:</p> <p>Las condiciones operacionales de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> influyen en el tratamiento de aguas grises domésticas.</p> <p>Las características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> influyen en el tratamiento de las aguas grises domésticas.</p> <p>Las dosis y tiempo de contacto de nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> influyen en el tratamiento de las aguas grises domésticas.</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Población y Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Población: Aguas grises domésticas ● Muestra: 60 litros de aguas grises domésticas ● Muestreo: No probabilístico ● Unidad de análisis: 2 litros de aguas grises domésticas

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Ficha 1: Recolección de las muestras

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°1: RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA								
Título del Proyecto:		Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima - 2022						
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Responsables:		Peña Pecho Jhanyra Aylin Quispe Cutipa Diana Elizabeth						
Ítem	Fecha	Cód.	Coordenadas UTM		Descripción	Distrito	Provincia	Departamento
			Este	Norte				
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIP: 162994

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 Ing. Wilder Leiv Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRICOS
 CIP: 164974

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS
 CIP: 167718

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 ING. LUIS M. SEVILLANO VELA
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRICOS
 CIP: 169073

Ficha 2: Propiedades físicas, químicas, biológicas, y microbiológicas del agua residual gris doméstica.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°2: ANÁLISIS DE LA MUESTRA															
Título del Proyecto:		Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima - 2022													
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales													
Responsables:		Peña Pecho Jhanyra Aylin Quispe Cutipa Diana Elizabeth													
Ítem	Fecha	Cód.	Vol.de muestra (ml)	Temp. (°C)	pH	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Demanda química de oxígeno (mg/l)	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	Sólidos totales (mg/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Coliformes Totales (UFC/mL)	Observaciones
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CI P: 162994

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP. 164974

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP. 167718

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 ING. LUIS M. SEVILLA VELA
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP. 169073

Ficha 3: Condiciones Operacionales de las Nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°3: CONDICIONES OPERACIONALES PARA SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA									
Título del Proyecto:		Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima - 2022							
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales							
Responsables:		Peña Pecho Jhanyra Aylin Quispe Cutipa Diana Elizabeth							
Ítem	Fecha	Cód.	Vol. de solución de sal (ml)	Vol. del extracto(ml)	Condiciones de operación				Observaciones
					Temperatura (°C)	Velocidad rpm	Tiempo (min)	pH	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CI P: 162994

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 164374

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 167718

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 ING. LUIS M. SEVILLA VELA
 PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 169073

Ficha 4: Características físicas de las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°4: CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA						
Título del Proyecto:		Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima - 2022				
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Responsables:		Peña Pecho Jhanyra Aylin Quispe Cutipa Diana Elizabeth				
Ítem	Fecha	Cód.	Características de AgNPs			Observaciones
			Color	Tamaño	Polidispersión	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

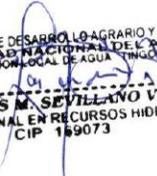

 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CI P: 162994

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 Ing. Wilder Leal Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP: 164974

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

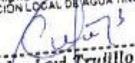
 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP: 167718

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 ING. LUIS M. SEVILLA VELA
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRÍCOS
 CIP: 169073

Ficha 5: Dosis y tiempo de contacto de las nanopartículas de plata sintetizadas con *Agave americana*, en el tratamiento de aguas grises domésticas.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°5: APLICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA								
Título del Proyecto:		Tratamiento de aguas grises domésticas mediante nanopartículas de plata sintetizadas con el <i>Agave americana</i> L. Comas, Lima - 2022						
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Responsables:		Peña Pecho Jhanyra Aylin Quispe Cutipa Diana Elizabeth						
Ítem	Código de muestra	Fecha	Hora	Vol. de la muestra (ml)	Vol. de solución de AgNPs (ml)	Velocidad rpm	Tiempo (min)	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIP: 162994

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRICOS
 CIP. 164974

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS
 CIP: 167718

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

 ING. LUIS M. SEVILLANO VELA
 PROFESIONAL EN RECURSOS HIDRICOS
 CIP 169073

Anexo 4. Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: *VARGAS PASQUEL, ADRIAN*
 1.2. Institución donde labora: *AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA*
 1.3. Cargo que desempeña: *ANALISTA DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos N°1*
 1.5. Autores de Instrumento: *Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth*

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X				
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.										X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

88

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 187718

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **YARGAS PASQUEL, ADRIAN**
 1.2. Institución donde labora: **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**
 1.3. Cargo que desempeña: **ANALISTA DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°2**
 1.5. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.5

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: VARGAS PASQUEL, ADRIAN
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: ANALISTA DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos N°3
- 1.5. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TANGO MARÍA
 ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 167718

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: *VARGAS PASQUEL, ADRIAN*
- 1.2. Institución donde labora: *AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA*
- 1.3. Cargo que desempeña: *ANALISTA DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos N°4*
- 1.5. Autores de Instrumento: *Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth*

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	Está formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

88.5

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 167718

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: *VARGAS PASQUEL, ADRIAN*
- 1.2. Institución donde labora: *AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA*
- 1.3. Cargo que desempeña: *ANALISTA DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos N°5*
- 1.5. Autores de Instrumento: *Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth*

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80.5

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA - TINGO MARIA

Adrian Vargas Pasquel
ING. ADRIAN VARGAS PASQUEL
 ANALISTA EN CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
 CIP: 167718

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TRUJILLO SALAS, WILDER LEVI
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos N°1
- 1.5. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

86.5

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
 CIP. 164974

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TRUJILLO SALAS, WILDER LEVI
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°2**
- 1.5. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.5

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA

 Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
 PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
 CIP. 164974

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TRUJILLO SALAS, WILDER LEVI
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°3**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TRUJILLO SALAS, WILDER LEVI
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°4**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.5

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
CIP. 164974

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TRUJILLO SALAS, WILDER LEVI
- 1.2. Institución donde labora: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
- 1.3. Cargo que desempeña: PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos N°5
- 1.5. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.										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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

86

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARÍA

Ing. Wilder Levi Trujillo Salas
PROFESIONAL EN RECURSOS HÍDRICOS
 CIP 164974

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Castro Tena Lucero**
- 1.2. Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Cargo que desempeña: Docente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°1**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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:

95%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- a. Apellidos y Nombres: **Castro Tena Lucero**
- b. Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- c. Cargo que desempeña: Docente

1.1. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°2**

1.2. Autores de Instrumento: Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth

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	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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:

95%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- a. Apellidos y Nombres: **Castro Tena Lucero**
- b. Institución donde labora: **Universidad César Vallejo**
- c. Cargo que desempeña: **Docente**
- 1.1. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°3**
- 1.2. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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:

95%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Castro Tena Lucero**
- 1.2. Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Cargo que desempeña: Docente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°4**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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 VALOR 95%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Castro Tena Lucero**
- 1.2. Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Cargo que desempeña: Docente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos N°5**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Peña Pecho, Jhanyra Aylin y Quispe Cutipa, Diana Elizabeth**

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	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está 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 la variable de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar los objetivos.												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:

95%

Anexo 19. Constancia de muestra de *Agave americana*.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA N°047-USM-NHN-2022

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (planta estéril), recibida de **Jhanyra Aylín PEÑA PECHO** y de **Diana Elizabeth QUISPE CUTIPA**, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo; ha sido estudiada y clasificada como: ***Agave americana* L.**, y tiene la siguiente posición taxonómica según el Sistema de Clasificación de APG IV (2016):

ORDEN: ASPARAGALES

FAMILIA: ASPARAGACEAE

GENERO: *Agave*

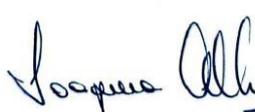
ESPECIE: *Agave americana* L.

Nombre vulgar: "agave".

Determinado por: Mg. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 15 de junio 2022


Dra. Joaquina Albán Castillo
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) EFE


JAC/ddb

Anexo 20. Certificado del análisis inicial de agua grises domésticas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Jhanyra Aylin Peña Pecho
 Procedencia de muestra : Calle las Vegas Mz. 1, Lte. 2, Urb. Las Vegas-Comas
 Recepción de muestra : Lima, 30 de Mayo del 2022

Análisis inicial de aguas residuales grises domésticas

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno Ácido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
AGD-I	21.6	8.29	1480	116.2	430

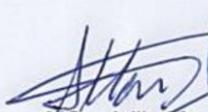
AGD-I: Agua gris doméstica inicial.

Muestra	Oxígeno disuelto (mg/l)	Demanda química de oxígeno (mg/l)	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos suspendidos Totales (mg/l)
AGD-I	0.81	1533.3	624	6372	4.064	2308

Agua RD	10 ⁻¹	N° Colonias	10 ⁻²	N° Colonias
M1 TAGDNP	Alto: 12 medio: 7 bajo: 3	476.6	Alto: 6 medio: 3 bajo: 1	216.6
	UFC/ml	4766		21660
M2 TAGDNP	Alto: 13 Medio: 4 Bajo: 2	411.6	Alto: 4 Medio: 3 Bajo: 1	173.3
	UFC/ml	4116		17330
M3 TAGDNP	Alto: 11 Medio: 3 Bajo: 2	346.6	Alto: 5 Medio: 3 Bajo: 1	238.3
	UFC/ml	3466		23830
Total	UFC/ml	12348		62820
			Total: UFC/ml	37584

Métodos: Potenciométrico, Winkler, Dicromato de Potasio, Gravimétrico, Tubos Múltiples Sembrados en placas Petri.

Lima, 11 de Junio del 2022


 MSc. Atilio Mendoza A.
 Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 21. Certificado del análisis de agua grises domesticas tratadas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Jhanyra Aylin Peña Pecho
Procedencia de muestra : Calle las Vegas Mz. 1, Lte. 2, Urb. Las Vegas-Comas
Recepción de muestra : Lima, 23 de Junio del 2022

Análisis de aguas grises domésticas

M1 AgNPs-Aa	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno Acido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
TAGDNP-15	20.00	5.94	636	180	108.2
TAGDNP-30	20.00	6.07	641	160	82.4
TAGDNP-45	20.00	6.09	643	162	81.5
TAGDNP-60	20.00	6.12	645	164	76.6
TAGDNP-75	20.00	6.17	647	166	70.8

TAGDNP: Tratamiento de aguas grises domesticas con nanoparticulas

M1 AgNPs-Aa	Oxígeno disuelto (mg/l)	Demanda química de oxígeno (mg/l)	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)
TAGDNP-15	0.850	1433.3	461.0
TAGDNP-30	0.963	1326.7	446.9
TAGDNP-45	1.001	1100.0	441.6
TAGDNP-60	1.038	880.0	430.1
TAGDNP-75	1.076	766.7	411.2

M1 AgNPs-Aa	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos suspendidos Totales (mg/l)
TAGDNP-15	4443	2884	1559
TAGDNP-30	3905	2539	1366
TAGDNP-45	3851	2623	1228
TAGDNP-60	2747	1171	1576
TAGDNP-75	1926	876	1050

Métodos: Potenciométrico, Fotométrico, Winkler, Dicromato de Potasio, Gravimétrico.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas grises domésticas

M2 AgNPs-Aa	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno Acido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
TAGDNP-15	20.00	6.85	625	156	84.0
TAGDNP-30	20.00	6.97	626	158	75.5
TAGDNP-45	20.00	7.00	628	146	56.9
TAGDNP-60	20.00	7.01	629	147	54.2
TAGDNP-75	20.00	7.08	630	149	52.0

TAGDNP: Tratamiento de aguas grises domésticas con nanopartículas

M2 AgNPs-Aa	Oxígeno disuelto (mg/l)	Demanda química de oxígeno (mg/l)	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)
TAGDNP-15	1.133	1253.3	439.8
TAGDNP-30	1.605	900.0	424.7
TAGDNP-45	2.454	766.7	416.8
TAGDNP-60	2.907	660.0	406.3
TAGDNP-75	3.058	366.7	373.4

M2 AgNPs-Aa	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos suspendidos Totales (mg/l)
TAGDNP-15	4097	2342	1754
TAGDNP-30	3928	2800	1128
TAGDNP-45	2923	1449	1474
TAGDNP-60	1924	1257	666
TAGDNP-75	1407	762	745

Métodos: Potenciométrico, Fotométrico, Winkler, Dicromato de Potasio, Gravimétrico.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas grises domésticas

M3 AgNPs-Aa	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno Acido/base	Conductividad eléctrica uS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
TAGDNP-15	20.00	5.91	626	189	79.8
TAGDNP-30	20.00	5.99	632	192	78.0
TAGDNP-45	20.00	6.06	637	165	77.0
TAGDNP-60	20.00	6.13	638	166	68.0
TAGDNP-75	20.00	6.15	639	167	67.0

TAGDNP: Tratamiento de aguas grises domesticas con nanopartículas

M3 AgNPs-Aa	Oxígeno disuelto (mg/l)	Demanda química de oxígeno (mg/l)	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)
TAGDNP-15	0.944	1320.0	443.0
TAGDNP-30	1.699	1213.3	432.0
TAGDNP-45	1.982	1053.3	431.0
TAGDNP-60	2.020	693.3	417.0
TAGDNP-75	2.077	573.3	394.0

M3 AgNPs-Aa	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos suspendidos Totales (mg/l)
TAGDNP-15	4334	2854	1480
TAGDNP-30	3649	2491	1158
TAGDNP-45	3446	2383	1063
TAGDNP-60	2580	1101	1479
TAGDNP-75	1691	776	915

Métodos: Potenciométrico, Fotométrico, Winkler, Dicromato de Potasio, Gravimétrico.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Agua RD	10 ⁻¹	N° Colonias	10 ⁻²	N° Colonias
M1 TAGDNP	Alto: medio: bajo: 0	0	Alto: medio: bajo: 0	0
	UFC/ml	0		0
M2 TAGDNP	Alto: Medio: Bajo: 0	0	Alto: Medio: Bajo: 0	0
	UFC/ml	0		0
M3 TAGDNP	Alto: Medio: Bajo: 0	0	Alto: Medio: Bajo: 0	0
	UFC/ml	0		0
Total	UFC/ml	0	Total: UFC/ml	0

Método: Dilución por tubos Múltiples, recuento de placas Petri



Lima, 04 de Julio del 2022


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 22. Certificado de análisis de las AgNPs sintetizadas con *Agave americana*.



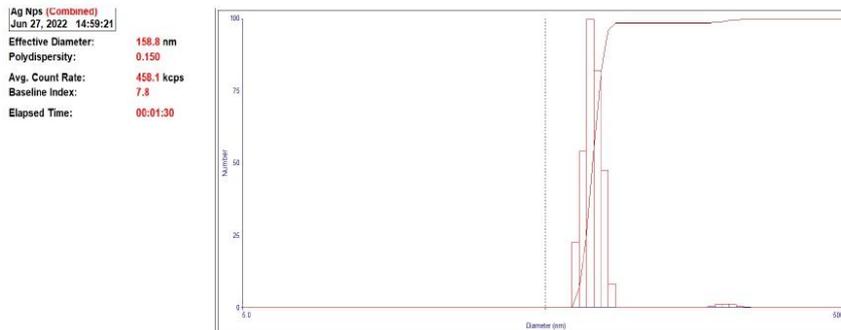
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



1. Resultado:

A. Nps de Plata + 1 mL:

- Histograma: Se señala el diámetro (70 nm) con mayor número de conteos (G(d))



- Sumario de datos obtenidos:

Sample ID	Ag Nps (Combined)	
Date - Time	Jun 27, 2022 14:59:21	
Operator ID	Alej	
Elapsed Time	00:01:30	
Mean Diam.	73.2 nm	
Rel. Var.	0.046	
Skew	7.413	

d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)
50.5	0	0	91.9	0	99	167.4	0	99
53.3	0	0	97.1	0	99	176.8	0	99
56.3	0	0	102.5	0	99	186.7	1	99
59.4	0	0	108.2	0	99	197.1	1	99
62.8	23	7	114.3	0	99	208.2	1	100
66.3	54	24	120.7	0	99	219.8	1	100
70.0	100	55	127.5	0	99	232.1	0	100
73.9	82	81	134.6	0	99	245.2	0	100
78.1	48	96	142.2	0	99	258.9	0	100
82.4	8	99	150.1	0	99	273.4	0	100
87.0	0	99	158.5	0	99	288.7	0	100

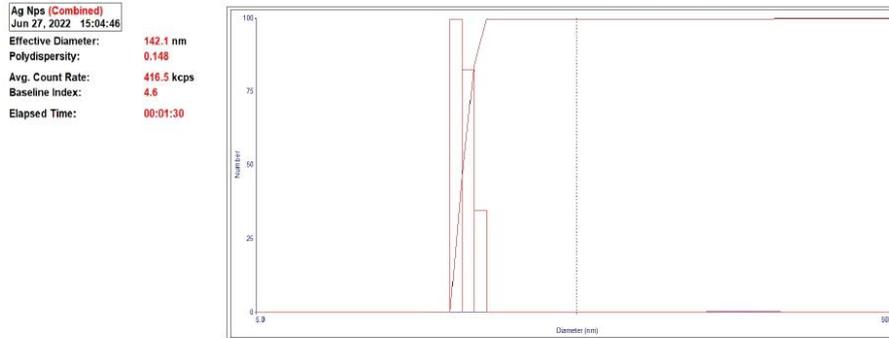
Parámetros obtenidos		
Diámetro medio		73.2 nm
Polidispersidad	0.125	0.150
	0.171	
	0.154	

Alej



B. Nps de Plata + 1.5 mL

- Histograma: Se señala el diametro (21 nm) con mayor número de conteos (G(d))



- Sumario de datos obtenidos:

Sample ID	Ag Nps (Combined)		
Date - Time	Jun 27, 2022 15:04:46		
Operator ID	Alej		
Elapsed Time	00:01:30		
Mean Diam.	22.4 nm		
Rel. Var.	0.014		
Skew	35.245		

d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)
17.6	0	0	46.3	0	100	121.8	0	100
19.2	0	0	50.6	0	100	133.0	0	100
21.0	100	46	55.2	0	100	145.3	0	100
22.9	82	84	60.3	0	100	158.6	0	100
25.0	35	100	65.8	0	100	173.2	0	100
27.3	0	100	71.9	0	100	189.1	0	100
29.8	0	100	78.5	0	100	206.5	0	100
32.6	0	100	85.7	0	100	225.5	0	100
35.6	0	100	93.6	0	100	246.2	0	100
38.8	0	100	102.2	0	100	268.9	0	100
42.4	0	100	111.6	0	100	293.6	0	100

Parámetros obtenidos		
Diámetro medio		22.4 nm
Polidispersidad	0.080	0.148
	0.197	

M. J. J.

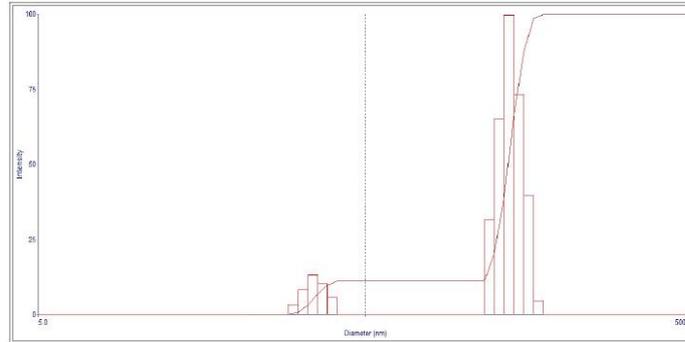


0.166

C. Nps de Plata + 2 mL

- Histograma: Se señala el diametro (34.5 nm) con mayor número de conteos (G(d))

Ag Nps (Combined)
 Jun 27, 2022 12:56:35
 Effective Diameter: 114.4 nm
 Polydispersity: 0.208
 Avg. Count Rate: 465.7 kcps
 Baseline Index: 9.0
 Elapsed Time: 00:01:30



- Sumario de datos obtenidos:

Sample ID	Ag Nps (Combined)	
Date - Time	Jun 27, 2022 12:56:35	
Operator ID	Alej	
Elapsed Time	00:01:30	
Mean Diam.	33.9 nm	
Rel. Var.	0.023	
Skew	14.750	

d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)	d(nm)	G(d)	C(d)
22.7	0	0	48.8	0	100	104.7	0	100
24.4	0	0	52.3	0	100	112.3	0	100
26.1	0	0	56.1	0	100	120.3	0	100
28.0	0	0	60.1	0	100	129.0	0	100
30.0	57	18	64.4	0	100	138.3	0	100
32.2	94	47	69.1	0	100	148.2	0	100
34.5	100	78	74.0	0	100	158.9	0	100
37.0	51	94	79.3	0	100	170.3	0	100
39.6	18	100	85.0	0	100	182.5	0	100
42.5	0	100	91.2	0	100	195.6	0	100
45.5	0	100	97.7	0	100	209.7	0	100

Parámetros obtenidos		
Diámetro medio		33.9 nm
Polidispersidad	0.193	0.213
	0.229	
	0.217	

[Handwritten signature]