



**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

EFFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD  
MICROBIOLÓGICA DE AGUAS CONTAMINADAS USADAS PARA REGADÍO,  
SECTOR EL OLIVAR – SANTA ROSA DE QUIVES 2022

**Línea de investigación:**

**Tecnologías para residuos y pasivos ambientales, Biorremediación**

Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Pereyra Borda, Mary Sthephany

**Asesor:**

Martinez Cabrera, Ruben

Codigo ORCID 0000-0002-4561-8627

**Jurado:**

Aparicio Ilazaca, Roxana

Naupay Vega, Marlitt

Reyna Mandujano. Samuel

**Lima - Perú**

**2023**

# EFFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS CONTAMINADAS USADAS PARA REGADÍO, SECTOR EL OLIVAR – SANTA ROSA DE QUIVES 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://dspace.utalca.cl">dspace.utalca.cl</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://www.scielo.org.co">www.scielo.org.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://www.medigraphic.com">www.medigraphic.com</a> Fuente de Internet	1%
8	MINPETEL S.A.. "PMA del Sistema Eléctrico Rural Valle Rio Chillón 10/20 kV-IGA0012770",	1%

---

9	<a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	1 %
12	<a href="http://revistas.unicolmayor.edu.co">revistas.unicolmayor.edu.co</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://repositorio.upagu.edu.pe">repositorio.upagu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://repositorioinstitucional.uabc.mx">repositorioinstitucional.uabc.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://revistas.upch.edu.pe">revistas.upch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

---

[repositorio.unac.edu.pe](http://repositorio.unac.edu.pe)

19	Fuente de Internet	<1 %
20	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
21	1library.co Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	ciga.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Juhyung Kim, Jee-Young Imm. " Biosynthesis of silver nanoparticles mediated by leaf extract: Characterization and improvement of anti-inflammatory activity ", CyTA - Journal of Food, 2018 Publicación	<1 %
26	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
27	"Acción mundial sobre el desarrollo verde de productos agrícolas especiales: Un país, un producto prioritario", Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2022 Publicación	<1 %

28

Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

29

doku.pub

Fuente de Internet

&lt;1 %

30

instipp.edu.ec

Fuente de Internet

&lt;1 %

31

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

32

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

33

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

34

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

&lt;1 %

35

CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS-CESEL-GEA. "DIA del Proyecto Ampliación y Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en los Centros Poblados Urbanos de las Localidades de Pedro Ruiz Gallo, Shipasbamba, San Carlos, Cuispes, Churuja y San Pablo de Valera y los Centros Rurales de Suyubamba, Chosgón, San Gerónimo y Cocachimba, Provincia de Bongará - Amazonas-IGA0000863", R.A. N° 160-2016-MPB, 2021

&lt;1 %

36

Submitted to Universidad Anahuac México Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

---

37

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

---

38

Submitted to Universidad de Cádiz

Trabajo del estudiante

<1 %

---

39

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "PAMA del Camal Conchucos-IGA0011540", R.D.G. N° 220-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2020

Publicación

<1 %

---

40

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

<1 %

---

41

Submitted to Universidad de Navarra

Trabajo del estudiante

<1 %

---

42

repositorio.uct.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

43

Andrea Asensio Grau. "In vitro approach of dietary and host related factors affecting digestion of animal-origin foods under cystic fibrosis disease", Universitat Politècnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

---

44	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
45	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	<1 %
46	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
47	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
49	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
50	ediciones.inca.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA. "ITS para la Ampliación de la Desmontera el Diablo de la Unidad Minera Suyckutambo-IGA0001267", R.D. N° 156-2015-MEM/DGAAM, 2020 Publicación	<1 %
53	byipucbv.nisacapilar.es Fuente de Internet	

<1 %

54

[prezi.com](https://prezi.com)

Fuente de Internet

<1 %

55

[repositorio.unc.edu.pe](https://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

56

[repositorio.upch.edu.pe](https://repositorio.upch.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

57

[www.exariomanso.com](http://www.exariomanso.com)

Fuente de Internet

<1 %

58

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

59

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

<1 %

60

Joaquín Cochero, Hugo Di Giorgi, Jorge Donadelli, Jimena Suárez et al. "El rol de los bañados de desborde fluvial en la retención de nutrientes y su actividad metabólica", *Biología Acuática*, 2020

Publicación

<1 %

61

Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

62

[apirepositorio.unh.edu.pe](https://apirepositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

63	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
64	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
65	repositorio.ufmg.br Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
67	search.ndltd.org Fuente de Internet	<1 %
68	theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
69	www.dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	Eduardo Raffo Lecca. "Tratado del agua y la legislación peruana", Industrial Data, 2016 Publicación	<1 %
71	Eduardo Zaragoza Ramos, Luis Mexitli Orozco Torres, José Oswaldo Macías Guzmán, María Elena Núñez Salazar et al. "Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco", Educación Química, 2016 Publicación	<1 %

72	FCA CONSULTORES AMBIENTALES S.A.C.. "PAMA del Fundo Blueberries Perú- IGA0013774", R.D.G. N° 349-2018-MINAGRI- DVIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
73	canjeporbosques.org Fuente de Internet	<1 %
74	ddd.uab.cat Fuente de Internet	<1 %
75	digibug.ugr.es Fuente de Internet	<1 %
76	go.gale.com Fuente de Internet	<1 %
77	repositorio.udes.edu.co Fuente de Internet	<1 %
78	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
79	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
80	repositorio.upeu.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
81	repositorio.xoc.uam.mx Fuente de Internet	<1 %
82	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %

---

83

[www.lundqvist.se](http://www.lundqvist.se)

Fuente de Internet

<1 %

---

84

O. Heiskanen. "The Effect of Dilute Silver Nitrate and Silver Protein Solutions on the Spinal Cord and Nerve Roots. An Experimental Study on Rabbits", *Developmental Medicine & Child Neurology*, 11/12/2008

Publicación

<1 %

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

EFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD  
MICROBIOLÓGICA DE AGUAS CONTAMINADAS USADAS PARA  
REGADÍO, SECTOR EL OLIVAR – SANTA ROSA DE QUIVES 2022

Línea de investigación: Tecnologías para residuos y pasivos ambientales.

Biorremediación.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Pereyra Borda, Mary Sthephany

**Asesor:**

Martinez Cabrera, Ruben

(ORCID: 0000-0002-4561-8627)

**Jurado:**

Aparicio Ilazaca, Roxana

Naupay Vega, Marlitt

Reyna Mandujano. Samuel

Lima – Perú

2023

## **Dedicatoria**

En primer lugar, dar gracias a Dios por su inmenso amor, bendición y fortaleza que me sigue brindando a lo largo de mis días.

A mi familia, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y que de alguna u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Pero en especial a mis padres que me dieron la vida y lucharon siempre para salir adelante como familia, gracias papi y mami.

Una mención especial a mi madre Anita por ser un ser excepcional, que me ha dado todo su apoyo incondicional para salir siempre adelante. Demostrándome su amor, paciencia y todo su esfuerzo para llegar a cumplir todos mis sueños anhelados.

Del mismo modo a mi hermana Alexandra por ser mi soporte incondicional durante todo mi proceso académico. Por siempre estar conmigo en cada momento y darme todo su amor. Espero ser un buen ejemplo de hermana para ti.

Asimismo, a mi compañero de vida José, que siempre me brindó su apoyo para cumplir con cada meta trazada y por ser mi fortaleza necesaria para seguir logrando mis sueños. Pero, sobre todo, darme su amor incondicional

## **Agradecimiento**

Expresar toda mi gratitud a Dios, por recibir toda su bendición en mi vida y a mi querida familia por siempre estar conmigo.

Mi sincero agradecimiento a José por ayudarme a llevar a cabo, todo el proceso práctico que mi investigación ha requerido.

Agradezco a mi Asesor el Mg. Rubén Martínez Cabrera, por darme su apoyo, sus conocimientos y enseñanzas para lograr concretar mi investigación.

A mi mejor amiga Rocío que mi alma mater me pudo brindar, ya que siempre estuvo presente a lo largo de mi carrera universitaria, impulsándome a concluir todas mis metas, mi más sincero agradecimiento.

A el Ing. Carlos Ballardo, mi más querido profesor, porque durante toda mi carrera universitaria siempre me aconsejó como un buen amigo, además de brindarme todas sus enseñanzas y conocimientos para crecer como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Cesar Lozada, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

## Índice

Dedicatoria.....	1
Agradecimiento.....	3
Índice.....	4
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras.....	9
Resumen.....	11
Abstract.....	12
I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Descripción y formulación del problema .....	14
1.1.1. Problema general.....	16
1.1.2. Problemas específicos .....	16
1.2. Antecedentes .....	17
1.2.1. Antecedentes Nacionales.....	17
1.2.2. Antecedentes Internacionales .....	20
1.3. Objetivos .....	23
1.3.1. Objetivo General .....	23
1.3.2. Objetivos Específicos.....	23
1.4. Justificación.....	23
1.4.1. Justificación teórica.....	23
1.4.2. Justificación práctica.....	24
1.4.3. Justificación metodológica.....	24

1.4.4.	Justificación social y ambiental.....	24
1.5.	Hipótesis.....	24
1.5.1.	Hipótesis General.....	24
II.	MARCO TEÓRICO.....	25
2.1.	Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	25
2.1.1.	Nanopartículas de plata.....	25
2.1.2.	Mecanismo Antimicrobiano de las AgNP.....	28
2.1.3.	Escherichia coli.....	29
2.1.4.	Coliformes Termotolerantes.....	29
2.1.5.	Actividad Microbiológica de los coliformes.....	30
2.1.6.	Actividad microbiológica coliformes totales.....	30
2.1.7.	Contaminación Microbiológica de las aguas.....	31
2.1.8.	Características fisicoquímicas del agua.....	32
2.1.9.	Agua de Regadío.....	33
2.1.10.	Aguas contaminadas.....	34
III.	MÉTODO.....	36
3.1.	Tipo de Investigación.....	36
3.2.	Ámbito temporal y espacial.....	36
3.3.	Variables.....	38
3.4.	Población y muestra.....	39
3.4.1.	Población.....	39
3.4.2.	Muestra.....	40
3.5.	Instrumentos.....	40

3.6.	Procedimientos .....	41
3.6.1.	Caracterización fisicoquímica de las aguas contaminadas:.....	41
3.6.2.	Efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas (Standard Methods, 2015): .....	43
3.6.3.	Determinar la concentración óptima de nanopartículas de plata: .....	46
3.7.	Análisis de Datos.....	47
3.8.	Consideraciones éticas .....	47
IV.	RESULTADOS.....	48
4.1.	Caracterización fisicoquímica de las aguas contaminadas usadas para regadío en el sector El Olivar .....	48
4.1.1.	Parámetros Fisicoquímicos .....	48
4.1.2.	Parámetros Microbiológicos .....	49
4.2.	Efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar.....	50
4.2.1.	Aplicación de las Nanopartículas de Plata al agua de regadío contaminada .....	50
4.3.	Concentración óptima de nanopartículas de plata, como implementación en la mitigación de la contaminación microbiológica de las aguas usadas para regadío en el Sector El Olivar.....	53
4.3.1.	Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Coliformes Termotolerantes .....	53
4.3.2.	Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Escherichia coli	53
4.3.3.	Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Coliformes Totales .....	54

V. DISCUSIONES .....	56
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. RECOMENDACIONES .....	59
VIII. REFERENCIAS .....	60
ANEXOS .....	67
8.1. Anexo 1. Matriz de consistencia .....	68
8.2. Anexo 2. Cadena de custodia para los parámetros del agua .....	69
8.3. Anexo 3. Cadena de custodia para los parámetros del agua .....	70
8.4. Anexo 4. Certificado del análisis inicial de los parámetros del agua.....	71
8.5. Anexo 5. Certificado del análisis inicial de los parámetros del agua.....	72
8.6. Anexo 6. Fotografías .....	74

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Matriz de Operacionalización de las variables .....	38
<b>Tabla 2</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos .....	48
<b>Tabla 3</b> Resultados de la presencia de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli en el agua de regadío antes del tratamiento.....	49
<b>Tabla 4</b> Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en coliformes termotolerantes.....	50
<b>Tabla 5</b> Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en coliformes totales .....	51
<b>Tabla 6</b> Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en E. coli .....	51

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Síntesis de nanopartículas de plata empleando DMF como agente reductor .....	27
<b>Figura 2.</b> Las acciones antibacterianas de las nanopartículas de plata (AgNP).....	28
<b>Figura 3</b> Ubicación del lugar de intervención en el Centro Poblado del Olivar .....	37
<b>Figura 4</b> Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100ml versus Concentración en ppm para coliformes termotolerantes.....	53
<b>Figura 5</b> Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100ml versus Concentración en ppm para Escherichia coli.....	54
<b>Figura 6</b> Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100ml versus Concentración en ppm para Coliformes totales .....	55
<b>Figura 7.</b> Toma de muestras en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives .....	74
<b>Figura 8.</b> Medida con el multiparámetro de parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives. ....	74
<b>Figura 9.</b> Colecta de la muestra de agua en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives. ....	75
<b>Figura 10.</b> Metodología para la fase presuntiva con caldo lauril sulfato para coliformes totales, termotolerantes y E. coli.....	75
<b>Figura 11.</b> Metodología para la fase confirmativa con caldo EC-Mug para E. coli. ....	76
<b>Figura 12.</b> Metodología para la fase confirmativa con caldo EC para coliformes termotolerantes.....	76

<b>Figura 13.</b> Metodología para la fase confirmativa con caldo Verde Brillante para coliformes totales.....	77
<b>Figura 14.</b> Nanoparticulas de plata en estado coloidal diluidas en tubos con concentraciones 15,6 ppm, 31.25 ppm y 62,5 ppm .....	77

## Resumen

La presente investigación titulada: “Efecto de Nanopartículas de Plata en la Actividad Microbiológica de Aguas Contaminadas usadas para Regadío, Sector El Olivar – Santa Rosa de Quives 2022”, tiene por objetivo principal determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022. La metodología utilizada consistió en realizar la toma de muestras para medir los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad de agua de regadío inicial, por otro lado, se aplicó tres concentraciones de 16.6 ppm (A), 31.25 ppm (B), 62.5 ppm (C) de nanopartículas de plata (AgNP) para reducir la actividad microbiana (Coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) con el método experimental propuesto del Standard Methods (2015) a las muestras de agua durante los meses de noviembre a diciembre. Los resultados para la actividad microbiana en coliformes termotolerantes fue la segunda concentración R1-B y la tercera concentración R1-C, con reducción de 98.7% hasta 99.7%, con esto se reduce por debajo al límite 100 NMP/100ml del ECA 2017 en la categoría 3. Así mismo, para la actividad microbiana en coliformes totales fueron las tres concentraciones R2-A, R2-B, R2-C, con reducción de 96.2% hasta 99.9%. A su vez, para la actividad microbiana en *Escherichia coli* fue la segunda concentración R3-B y la tercera concentración R3-C, con reducción de 99.97% hasta 100%, y así se reduce por debajo al límite 100 NMP/100ml del ECA 2017 en la categoría 3. Se concluye que, si existe efecto como reducciones más relevantes de las concentraciones B y C, en las aguas de regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.

**Palabras claves:** nanopartículas de plata, *Escherichia coli*, coliformes totales, coliformes termotolerantes, actividad microbiana

### Abstract

The present investigation entitled: "Effect of Silver Nanoparticles on the Microbiological Activity of Contaminated Water used for Irrigation, El Olivar Sector - Santa Rosa de Quives 2022", has the main objective of determining the effect of silver nanoparticles on the microbiological activity of contaminated water used for irrigation in the El Olivar-Santa Rosa de Quives Sector, 2022. The methodology used consisted of taking samples to measure the physicochemical and biological parameters of the initial irrigation water quality, on the other hand, it was applied three concentrations of 16.6 ppm (A), 31.25 ppm (B), 62.5 ppm (C) of silver nanoparticles (AgNP) to reduce microbial activity (Total Coliforms, Thermotolerant Coliforms, and Escherichia coli) with the proposed experimental method of Standard Methods (2015) to the water samples during the months of November to December. The results for the microbial activity in thermotolerant coliforms were the second concentration R1-B and the third concentration R1-C, with a reduction of 98.7% to 99.7%, with this being reduced below the limit of 100 NMP/100ml of the ECA 2017 in the category 3. Likewise, for the microbial activity in total coliforms were the three concentrations R2-A, R2-B, R2-C, with a reduction of 96.2% to 99.9%. In turn, for the microbial activity in Escherichia coli it was the second concentration R3-B and the third concentration R3-C, with a reduction of 99.97% to 100%, and thus it is reduced below the limit of 100 NMP/100ml of the ECA 2017 in category 3. It is concluded that there is an effect such as a more relevant reduction of concentrations B and C, in irrigation water in the El Olivar-Santa Rosa de Quives Sector, 2022.

**Keywords:** silver nanoparticles, Escherichia coli, total coliforms, thermotolerant coliforms, microbial activity

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el aumento poblacional y la contaminación de ríos están vinculados directamente, y esta contaminación causa gran daño a los ecosistemas y salud de todas las personas. Gracias a ello también se ven afectadas las distintas actividades agrícolas, ya que estas aguas contaminadas suelen ser empleadas para el regadío de cultivos vegetales, pero al no contar con los adecuados tratamientos microbiológicos para reducir los niveles altos de patógenos microscópicos y otros contaminantes presentes, la transmisión de enfermedades a los consumidores se produce.

Así mismo, en el sector de la industria alimentaria, ingeniería, química, entre otros, la aplicación de la nanotecnología ha cobrado un auge gracias a sus propiedades físicas, biológicas y químicas, pero las nanopartículas de plata son aquellas que destacan por su efecto fungicida y bactericida en las áreas de tratamiento de agua y biotecnología.

Es por ello que, la presente investigación buscó establecer el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío, sector el Olivar – Santa Rosa de Quives 2022, ya que se pretendió incorporar estas nanopartículas como medio de tratamiento.

El estudio está organizado y compuesto por nueve capítulos correspondientes, en el Capítulo I se describe y formula el problema de investigación considerando los antecedentes nacionales e internacionales relacionados al tema, se plantean los objetivos e hipótesis con sus debidas justificaciones. En el Capítulo II se presentan las bases teóricas y definen los términos básicos; consecutivamente, en el Capítulo III se establecen todos los aspectos metodológicos, entre ellos el tipo de investigación, variables, instrumentos, población y muestra, procedimientos, consideraciones éticas y el análisis de datos respectivo. En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos y en el Capítulo V se discuten y analizan dichos datos.

Después, en los Capítulos VI y VII se presentan las conclusiones y recomendaciones, para finalmente en los Capítulos VIII y IX exponer las referencias y adjuntar los anexos requeridos.

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

A nivel mundial, la descarga ilegal de aguas residuales en redes hídricas como lagos, ríos, mares, entre otros; son provocadas por el sector industrial y doméstico, causando un gran impacto negativo en el ambiente y la contaminación por metales pesados en tierras destinadas al cultivo (Yu-Pin et al., 2020). Los estudios agrícolas se enfocan en monitorear las condiciones ambientales, programar el riego y controlar los parámetros ambientales con el objetivo de mejorar la calidad y cantidad de producción, pero muchas veces la calidad del agua no es monitoreada a tiempo real y no se emplean herramientas eficientes para medir y predecir su contaminación de fuentes puntuales en los canales de riego (Lin et al., 2017).

En países de baja o emergente economía se ha reportado que existen largas cargas de agua residual sin tratamiento proveniente de municipios e industrias, además de ello, la contaminación en la agricultura se ve agravada por el incremento de la escorrentía de sedimentos y la salinización de las aguas subterráneas. El aumento global de la producción agrícola ha logrado principalmente la intensificación del uso de pesticidas y fertilizantes químicos, la tendencia se ha visto también amplificada por la expansión de las tierras agrícolas, optimizando la productividad y los medios de vida rurales al mismo tiempo que transfiere la contaminación agrícola a los cuerpos de agua (Mateo-Sagasta et al., 2017).

También la plata ha sido utilizada como agente antimicrobiano en alimentos o agua, para prevenir infecciones, como en la limpieza de heridas ya sea en solución líquida, crema, ungüentos o vendajes, como el nitrato de plata o sulfadiazina de plata; este último se utiliza actualmente en el manejo de quemaduras aun si es de corta acción y que requiera varias aplicaciones. Diversos estudios describen a las nanopartículas de plata con una gran potencia

bactericida y antimicrobiana debido a que combinan y alteran las proteínas del patógeno generando la interrupción de la actividad metabólica y estructural (Cardoso, 2016).

En el Perú, los principales impactos ambientales son generados por la industria minera, que son aquellas que al descargar los pozos de lixiviación con altas concentraciones de metales pesados y aguas mezcladas con reactivos para la extracción de minerales en los cuerpos de agua más cercanos, sin un previo tratamiento adecuado, generan un gran riesgo en la salud y calidad de vida de los pobladores, ya que estas aguas contaminadas suelen ser usadas directamente para el riego de los múltiples sectores agrícolas (Ventocilla, 2022).

La intensidad de contaminación del agua varía según la zona del país, en el caso de la ciudad de Lima, según la SUNASS (2016) las plantas de tratamiento de aguas residuales no cubren las demandas solicitadas ya que solo llegan a descontaminar el 80% de lo solicitado por la capital, a pesar de que las zonas periféricas agrícolas en tan solo unos cuantos años se convirtieron en zonas de tipo urbanas y la demanda del efluente se disminuyera. Aquellas zonas que no cuentan con estos efluentes tienen un mayor déficit en la evaluación de parámetros relevantes para el reúso de agua en el sector agrícola, como los microorganismos patógenos, huevos de helmintos, parámetros químicos, entre otros.

En el distrito de Santa Rosa de Quives, en la provincia de Canta, la actividad comercial de los pobladores está mayormente enfocada en la agricultura de vegetales y frutas como palta, lúcuma, melocotón, chirimoya, entre otros; los cuales tienen un índice muy alto de sistemas de riego, pero los agricultores realizan una mala racionalización y uso del agua (Palomino y Zapata, 2018). El río Chillón es aquel más cercano a este distrito, que según reportes en este se descargan efluentes líquidos provenientes de plantas informales de fundición, papelería y textiles, por lo que actualmente se registran altas concentraciones contaminantes en el río (Herrera y Terrones, 2015). Además, las diversas actividades domésticas e industriales que

realizan los pobladores contaminan estas aguas y genera un foco infeccioso para las demás personas que habitan en el lugar.

A este problema se le agrega que estas aguas residuales están destinada al regadío de los cultivos de hortalizas, y estos son de consumo directo a las personas y los niveles de carga microbiana es elevada y con ellos puede afectar a las personas más vulnerables como son los niños, ancianos y mujeres embarazadas. El distrito de Santa Rosa de Quives no ha aplicado un plan a corto o mediano plazo para el tratamiento efectivo de la contaminación de aguas en la zona para tratar de disminuir la actividad microbiológica ya que tampoco cuenta con tanques sépticos y plantas de tratamiento (ANA, 2016).

En la zona del Olivar en el distrito de Santa Rosa de Quives, las aguas de regadío provienen en parte de aguas residuales domésticas, las cuales contienen una alta carga de contaminantes físicos, químicos y biológicos; y en estos últimos predominan las bacterias coliformes y bacterias termotolerantes, que son causantes de algunos problemas a la salud como el Síndrome Hemolítico Urémico, también conocido como SHU (OMS, 2014).

Es por todo lo expuesto que el presente proyecto pretende incorporar las nanopartículas de plata para disminuir la actividad microbiana de aguas de regadío de la zona Olivar en el distrito de Yangas, Santa Rosa de Quives-2022.

### ***1.1.1. Problema general***

¿Cuál es el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022?

### ***1.1.2. Problemas específicos***

- ¿Cuál es la caracterización fisicoquímica de las aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022?

- ¿Cómo afecta las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022?
- ¿Cuál es la concentración óptima de las nanopartículas de plata, como propuesta de implementación en la mitigación de la contaminación microbiológica de las aguas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022?

## **1.2. Antecedentes**

### ***1.2.1. Antecedentes Nacionales***

Salumina (2018) en su investigación tuvo como objetivo establecer la eficiencia de un tratamiento a base de nanopartículas de plata, con el sintetizado del sustrato del alcanfor para poder disminuir los coliformes totales en un suelo para uso agrícola. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo, tipo experimental y de diseño preexperimental, además, se utilizó la técnica de la observación y aplicación de instrumentos como las fichas de laboratorio. Los resultados reportaron que 1100 NMPs/g fueron la cantidad inicial de coliformes totales encontrados, después se redujo a 1040 NMPs/g en las 3 primeras horas, mientras que en las 48h se reportaron solo 880 NMPs/g y finalmente después de 72 h consecutivas se redujo a 670 NMPs/g, por lo que se interpreta que entre las concentraciones iniciales y la última aproxima una reducción del 51% de los coliformes totales. Por ello se concluyó que, con la aplicación de las nanopartículas de plata dentro de la actividad de un suelo agrícola con reportes de contenido con coliformes totales, el porcentaje de reducción fue de un 76%, demostrando la eficiencia del tratamiento con relación a la actividad del microorganismo.

Por otro lado, Talavera et al., (2018) en su artículo de investigación tuvieron como objetivo formular un filtro mediante un nanocomposito de arcilla, carboximetilquitosano y nanopartículas de plata con el fin de reducir las bacterias y aniones presentes en aguas

dispuestas para el consumo humano. La metodología fue experimental, buscando emplear una reducción del nitrato de plata utilizando carboximetilquitosano y también el borohidruro; teniendo como filtros recipientes la arcilla y aserrín de madera, teniendo así 4 puntos principales de muestreo del agua. Los resultados de la evaluación de la capacidad filtrante de los filtros tuvieron efectos de remoción en conductividad del 84,03% en La Plaza de Quilca, sulfatos 85,48% en La Plaza de Quilca; cloruros 93,93% en La Plaza de Quilca, así también para las bacterias coliformes fecales y totales se removieron en un 100 % en dos de los lugares de muestreo. Concluyeron que, con respecto al nivel de remoción en la reducción de aniones, este es significativo y para las bacterias de coliformes totales y fecales la remoción fue completa.

Feijo (2018) en su tesis de investigación tuvo como objetivo principal estudiar la reducción de los microorganismos presentes en los cuerpos de agua de la zona rural “La Esperanza Alta” en la ciudad de Huaral utilizando las nanopartículas de plata sintetizadas junto con el *Rosmarinus officinalis* (NPsAg-Ro), aplicando a su vez la química verde. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo de diseño experimental, subtipo preexperimental; de muestreo no probabilístico y técnica de observación con el instrumento de ficha de recolección. Los resultados con respecto a las bacterias heterotróficas señalan 8400 UFC/mL para las aguas arriba y 8900 UFC/mL para las aguas abajo, por lo cual se determina que se excede significativamente; para *Escherichia coli* los valores fueron de 240 NMP/100mL para las aguas arriba y 260 NMP/100mL para las aguas abajo, también presentando un exceso significativo, y entre las pruebas más significativas con la implementación de una dosis de 1ml en todo un día se observó la reducción en un 100% de coliformes totales fecales y *Escherichia coli*, sin embargo, en las bacterias la reducción logró un 99.8%. Se concluyó que, aplicando las nanopartículas de plata sintetizadas con *Rosmarinus officinalis* y en conjunto con la química

verde esta es efectiva en un 100% en los parámetros de las bacterias heterotróficas, *Escherichia coli*, coliformes totales y fecales.

Ramírez (2017) en su tesis de investigación tuvo como objetivo disminuir los coliformes totales que se presentan en las aguas residuales mediante la aplicación de las nanopartículas de plata. La metodología aplicada fue de diseño experimental, con la técnica de observación y de experimentación, se tomó como instrumentos las fichas de recolección relacionadas a las dimensiones químicas, físicas y conductividad eléctrica de las nanopartículas de plata. Los resultados con respecto a los Coliformes Totales tras el tratamiento con las nanopartículas de plata con un corriente eléctrico de 15 V, 20V y 25V fueron de que aplicando electrólisis a 15V, en el transcurso de 5 min, 10min, 15min, 20min y 25min fue menor a 1.8, el cual es el límite mínimo de la detección de coliformes totales, esto significa que la aplicación de nanopartículas disminuyó 99.99% de coliformes totales presentes en las aguas residuales. Se concluyó que, inicialmente se tenía 490 000(NMP/100mL) de coliformes totales y tras la aplicación del tratamiento con el método de la electrólisis aplicando el voltímetro con los diferentes tiempos de voltaje 15V, 25V y 25V es de un 99.9%, y al respecto sobre las características químicas para la generación de nanopartículas de plata, la eliminación de coliformes totales fueron por medio de la absorbancia y longitud de onda, para así hallar la concentración de las nanopartículas de plata mediante la aplicación del espectrofotómetro de rayos UV VIS, que demostró una absorbancia de reflejo de la luz electromagnética de 67.67 ABS y 115.67 ABS al igual que la longitud de onda.

Benavente (2016) en su investigación tuvo como objetivo mejorar los recursos en la tecnología de procesos y productos, contribuir al mejoramiento y desarrollo de un sistema filtrante de bajo costo de arcilla y aserrín impregnada con nanopartículas de plata, que tiene como destino final la potabilizar el agua para su posterior uso y consumo humano en zonas rurales de alta vulnerabilidad. La metodología aplicada fue de diseño experimental, donde se

tuvieron en cuenta las características fisicoquímicas de la arcilla, y la obtención del nitrato de plata fue por reducción química del nitrato de plata con borohidruro de sodio. En los resultados, con respecto a la presencia de las nanopartículas obtenidas por espectroscopia UV-visible, se observó un máximo entre 410nm y 420nm de las nanopartículas esféricas de plata presentes en las propiedades fisicoquímicas del agua, por otro lado, también se observó que los nitritos no se reducen ya que estos son de una muy pequeña cantidad; en cambio, los fluoruros logran disminuirse entre 0.01 a 0.02 mg/L; por otro lado, los sulfatos se reducen en mayor cantidad (entre 5.57 a 1369.70 mg/L), y los cloruros se reducen entre 0.26 a 1269.62 mg/L; por lo cual mediante estos filtros podemos eliminar sales en las aguas de poblaciones rurales. Es así que se concluyó que, la aplicación de un sistema filtrante a base de arcilla y aserrín, impregnada con nanopartículas de plata, aumenta y mejora la calidad de las aguas contaminadas con distintas sustancias químicas, bacterias y parásitos, así también como la aprobación de un sistema filtrante con una tecnología simple, de bajo costo, aceptable ecológicamente y económicamente asequible para las zonas rurales de bajos recursos.

### ***1.2.2. Antecedentes Internacionales***

Diaz (2021) en su artículo de investigación tuvo como objetivo analizar cuatro tipos de nanopartículas metálicas, con el fin de realizar una comparación de sus propiedades bactericidas para la purificación del agua y su utilización en el tratamiento de aguas residuales, empleando NP'S: hierro, cob, estabilidad, y su obtención a bajo costo y su baja importe tóxico.

Echeverry-Chica et al., (2020) en su investigación tuvieron como objetivo estudiar la formulación y caracterización de nanopartículas de plata (AgNP) que están funcionalizadas con d-limoneno. La metodología aplicada fue del tipo experimental, y se definió el tamaño de la partícula por medio del potencial zeta, difracción láser y la estabilidad coloidal óptica empleando el software Multiscan 20, la concentración fue determinada por las mínimas

inhibitorias (CMI) y también la concentración mínima bactericida del material que ya fue formulado para las bacterias *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus casseliflavus* ATCC 700327, *Escherichia coli* BLEE+ y *Pseudomonas aeruginosa*. Los resultados para las nanopartículas fueron que se presentó una estabilidad coloidal de d-limoneno del 3,93 %, la concentración de iones plata al  $1,61 \times 10^{-3}$ , ácido ascórbico al 5,88 % y coadyuvante no iónico al 24 %; además, se observó una velocidad de migración de partícula de  $-0,199 \pm 0,006$  mm h<sup>-1</sup>, un perfil de transmisión constante y de retrodispersión con alteraciones del 10%. Ante ello se concluyó que, la formulación que contiene AgNP funcionalizadas con d-limoneno logran producir un efecto de eliminación del crecimiento de bacterias patógenas, en comparación con la nano emulsión que tenía solo AgNP, o la nanoemulsión con limoneno, sugiriendo así que las AgNP se potencian al ser mezcladas con distintos aceites esenciales y genera una alta influencia contra la integridad de la célula bacteriana.

Mohammed (2019) en su artículo de investigación “Desinfección del drenaje de El-Gharbia de bacterias patógenas utilizando nanopartículas de quitosano-plata” tuvo como objetivo principal estudiar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del drenaje de El-Gharbia e identificar diferentes fuentes de contaminación en este desagüe, además de realizar una comparación entre las nanopartículas de quitosano-plata y los aislados microbianos inmovilizados para tratar el drenaje de El-Gharbia. La metodología fue experimental, y entre enero a diciembre se recolectaron cincuenta y seis muestras de agua de acuerdo con métodos estándar (APHA 2012). Los resultados sobre el efecto bactericida de nanopartículas de quitosano-plata demostraron que se logró a una concentración de 2 g / l de 40 min a 3 h para eliminar coliformes totales, heces coliformes, *Staphylococcus aureus*, estreptococos fecales y *Pseudomonas aeruginosa* desde  $198 \times 10^5$ ,  $84 \times 10^5$ ,  $16 \times 10^3$ ,  $4 \times 10^3$  y  $5 \times 10^3$  a cero UFC / ml – 1, respectivamente y sobre la eficiencia la de eliminación de DBO, DQO, TSS, turbidez

y amoníaco en quitosano-plata las nanopartículas mostraron una fuerte disminución del 89%, 80%, 81%, 90% y 93% respectivamente. Por ello concluyeron que esta evaluación está de acuerdo con los datos obtenidos de las pruebas fisicoquímicas y los análisis bacteriológicos de muestras de aguas residuales tratadas con partículas de quitosano-nanoplatina, siendo eficiente en el proceso de tratamiento, así mismo en los aislados microbianos embolizados en la eliminación de parámetros químicos que incluyen NH<sub>3</sub>, DQO, turbidez, TSS y DBO, así como también características bacteriológicas (coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales).

Rodríguez-Chang et al., (2016) en su artículo tuvieron como objetivo principal medir la eficacia antibacteriana de una dispersión de nanopartículas de plata (AgNP) en medio de citrato ante dos cepas de *E. faecalis*. La metodología aplicada fue experimental, y para determinar la eficacia antibacteriana de la dispersión de AgNP-CM esta fue evaluada ante dos cepas de *E. faecalis*: la ATCC29212 pura y una cepa silvestre aislada de un tratamiento endodóntico fallido; también para los controles positivos y negativos solución salina estéril e hipoclorito de sodio al 5% de concentración (NaOCl). Los resultados para las AgNP obtenidas demostraron formas esféricas de un tamaño entre los 30 y 60nm; el NaOCl 5% logró eliminar por completo las cepas bacterianas, siendo significativa cuando es comparada con las dispersiones de AgNP-CM. Finalmente concluyeron que la cepa ATCC29212 fue de mayor dispersión y eficacia antibacteriana a diferencia de la cepa silvestre donde se observó una disminución en sus efectos; así también, la dispersión de AgNP-CM demostró una significancia baja ante el *E. faecalis* al compararse con el NaOCl 5%.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para riego en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Caracterizar fisicoquímicamente las aguas contaminadas usadas para riego en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022
- Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* de aguas contaminadas usadas para riego en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022.
- Determinar la concentración óptima de nanopartículas de plata, como propuesta de implementación en la mitigación de la contaminación microbiológica de las aguas usadas para riego en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022.

### **1.4. Justificación**

La presente investigación se justificó de la siguiente manera:

#### ***1.4.1. Justificación teórica.***

Debido a que aplicó los fundamentos científicos sobre las nanopartículas de plata con sus propiedades físicas, químicas y la acción inhibidora con algunos microorganismos. Por otro lado, se abordó las bases teóricas de la actividad microbiológica (Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia Coli*) con el enfoque en los estándares de calidad de agua (ECA) en su Categoría 3 (Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM) y su repercusión en la salud.

#### ***1.4.2. Justificación práctica.***

Porque se recogió muestras de agua de diferentes puntos de muestreo en un trabajo de campo de la zona estudiada y posteriormente se realizó el análisis de las muestras en un laboratorio especializado de microbiología con la aplicación de bioensayos con grupos experimental y control de las nanopartículas para la observación de la acción inhibidora.

#### ***1.4.3. Justificación metodológica.***

Debido a que se aplicó el método científico y estadístico, desde la recolección de la información en registro en fichas, la aplicación del diseño experimental hasta la contratación de la hipótesis con la estadística inferencial.

#### ***1.4.4. Justificación social y ambiental.***

Porque se pretende disminuir la contaminación de las aguas residuales, y así poder beneficiar a los agricultores y a las personas que consumen las hortalizas, en especial por la actividad microbiológica con la aplicación de las nanopartículas en el agua que es utilizada para el regadío del Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives.

### **1.5. Hipótesis**

#### ***1.5.1. Hipótesis General***

**H<sub>i</sub>:** Las nanopartículas de plata reducen altamente la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022.

**H<sub>o</sub>:** Las nanopartículas de plata no reducen altamente la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives en el año 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. *Nanopartículas de plata*

Se reconoce que las nanopartículas (AgNP) existen desde hace muchos siglos, entre los tipos más conocidos son las partículas de humo y las que se encuentran dentro de las bacterias. Aquellas nanopartículas de origen metálico tienen un comportamiento de radiación, reactividad química, entre otros; lo que permitió ser empleadas para distintas metodologías de síntesis física y química, para así también poder realizar un diseño de su forma, dimensión y composición (Gutiérrez, 2020). Oves et al., (2018) mencionan que las AgNP contienen aproximadamente 15mil átomos de plata con diámetros menores a 100 nm, por lo que poseen una buena relación superficie y volumen, haciendo efectiva la actividad antimicrobiana a muy bajas concentraciones; son de bajo coste y no han demostrado toxicidad celular ni respuesta inmunológica (Samuel et al., 2020).

Las nanopartículas de plata (AgNP) con el tiempo se han convertido en una de las nanoestructuras derivadas de la nanotecnología más investigadas y exploradas, dado que los materiales basados en nanoplata demuestran tener características interesantes, desafiantes, prometedoras y adecuadas para su uso dentro del campo biomédico. Existe un gran interés por la práctica de atención médica personalizada mejorada terapéuticamente con esta nanopartícula, ya que demostraron tener características genuinas y un potencial impresionante para el desarrollo de nuevos agentes antimicrobianos, formulaciones de administración de fármacos, plataformas de detección y diagnóstico, recubrimientos de biomateriales y dispositivos médicos, materiales de restauración y regeneración de tejidos, estrategias complejas de condiciones de atención médica y alternativas terapéuticas mejoradas (Burdusel et al., 2018; Saravanan et al., 2018).

### ***2.1.1.1. Síntesis de nanopartículas de plata.***

La síntesis de nanopartículas en disolución coloidal requiere del empleo de métodos que permitan obtener un control preciso sobre el tamaño y la forma de las nanopartículas, para así obtener un conjunto de partículas monodispersas que presenten una propiedad determinada. El tamaño y la forma de las nanopartículas deberá depender de las velocidades relativas de procesos controlados mediante la modificación de los parámetros de reacción (concentración, temperatura, pH, poder reductor, entre otros), la importancia de su aplicación como agentes antibacterianos es evidente teniendo en cuenta el alcance y la eficacia limitados de los antibióticos, por un lado, y la plétora de óxidos metálicos, por el otro, junto con la propensión de las nanopartículas a inducir resistencia que es mucho menor que la de antibióticos (Stankic et al., 2016).

Los efectos del confinamiento cuántico y el desorden energético local de los átomos superficiales hacen que las propiedades de las nanopartículas dependen fuertemente del tamaño. Si bien esta es una ventaja notable para el uso de nanomateriales, también puede ser una gran desventaja considerando que la uniformidad de la respuesta esperada para el sistema nanoestructurado será tan amplia como el grado de polidispersidad ( $\sigma$ ) con respecto a las distribuciones de forma y tamaño de las nanopartículas. No menos importante que este control, se debe tomar en mayor consideración a la homogeneidad de las composiciones químicas y estructurales de las nanopartículas individuales. Por lo tanto, el estrecho control sobre las uniformidades de tamaño y forma es la clave para obtener la respuesta esperada con exactitud y precisión simultáneas (Varanda et al., 2019).

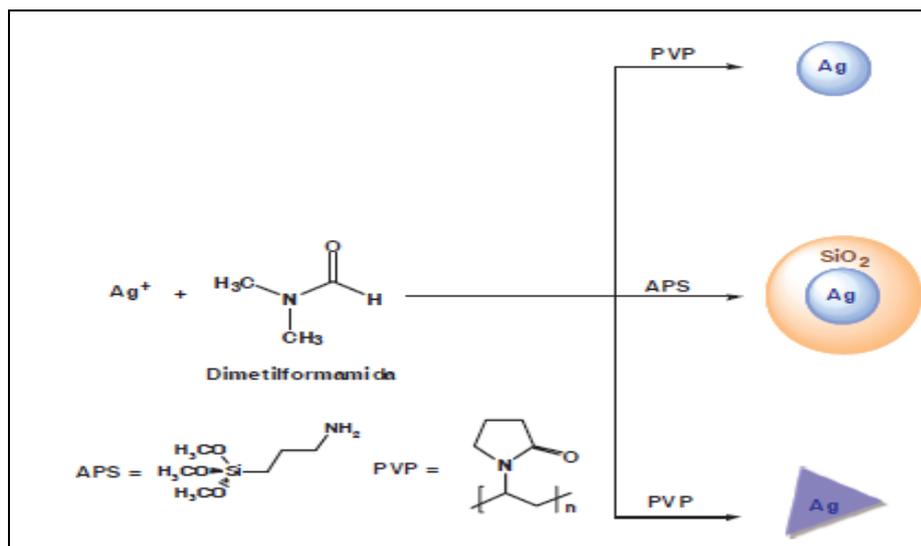
Las metodologías en las que las nanopartículas se sintetizan mediante el uso de la sal metálica y un agente reductor químico son aquellas que presentan mayores variaciones. Entre ellos se destaca la formación de nanopartículas de plata mediante el  $\text{AgNO}_3$ , utilizando como agentes reductores al ácido monosacáridos. Cuando se emplea el ácido ascórbico como agente

reductor, es posible lograr nanopartículas de un gran tamaño, llegando incluso hasta 1200 nm según se varíen las condiciones de reacción. Al emplear agentes reductores débiles, como los polioles, en altas temperaturas de reflujo se logra obtener nanopartículas de plata con medidas de 40nm de diámetro. Mientras que los monosacáridos han desarrollado una metodología "verde" debido a su bajo impacto ambiental (Agudelo et al., 2018).

Un método innovador de síntesis de nanopartículas de plata es el desarrollado por el grupo del Profesor Liz-Marzán, que utilizó la dimetilformamida (DMF) como material de tipo disolvente y como agente reductor ante las sales de plata en distintas condiciones de reacción. De esta manera se consiguieron nanopartículas de múltiples tamaños, usando aminopropiltrietoxisilano (APS) como agentes estabilizantes o también las nanoprismas de plata (Hernández, 2013).

### Figura 1

*Síntesis de nanopartículas de plata empleando DMF como agente reductor*



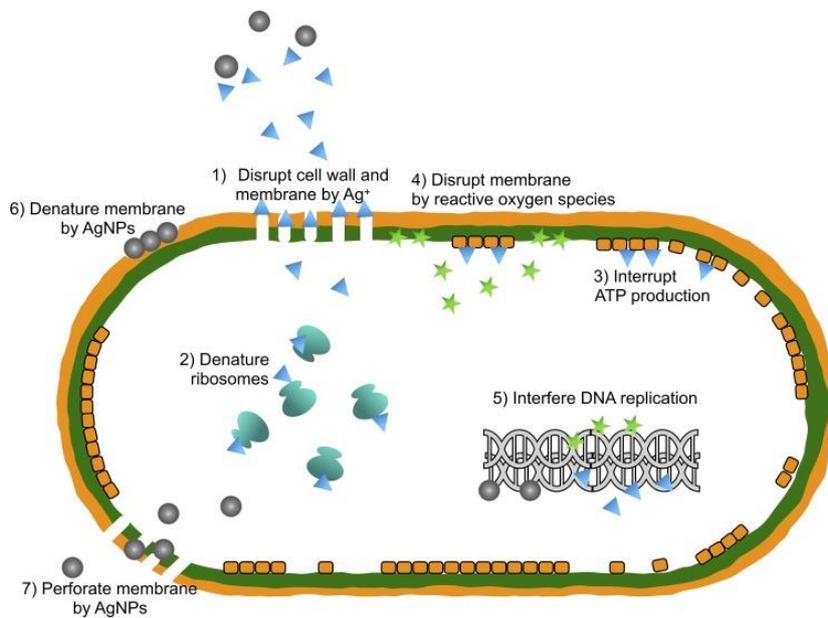
*Nota.* Tomada de Monge (2008)

### 2.1.2. Mecanismo Antimicrobiano de las AgNP

Bapat et al. (2018) menciona que las nanopartículas de plata liberan iones de plata, y que, debido a su acción electroestática y su afinidad por las proteínas de azufre, estos iones se adhieren a la pared celular y a la membrana plasmática de las bacterias.

#### Figura 2

Las acciones antibacterianas de las nanopartículas de plata (AgNP).



*Nota.* 1) Alteración de la pared celular y la membrana citoplasmática: los iones de plata ( $\text{Ag}^+$ ) liberados por las nanopartículas de plata se adhieren o atraviesan la pared celular y la membrana citoplasmática. 2) Desnaturalización de los ribosomas: los iones de plata desnaturalizan los ribosomas e inhiben la síntesis de proteínas. 3) Interrupción de la producción de trifosfato de adenosina (ATP): la producción de ATP se detiene porque los iones de plata desactivan la enzima respiratoria en la membrana citoplasmática. 4) Disrupción de la membrana por especies reactivas de oxígeno: las especies reactivas de oxígeno producidas por la cadena de transporte de electrones rota pueden causar la interrupción de la membrana. 5) Interferencia de la replicación del ácido desoxirribonucleico (ADN): la plata y las especies reactivas del oxígeno se unen al ácido desoxirribonucleico e impiden su replicación y multiplicación celular. 6)

Desnaturalización de la membrana: Las nanopartículas de plata se acumulan en las fosas de la pared celular y provocan la desnaturalización de la membrana. 7) Perforación de la membrana: las nanopartículas de plata se mueven directamente a través de la membrana citoplasmática, lo que puede liberar orgánulos de la célula (Yin et al., 2020)

### **2.1.3. *Escherichia coli***

Es miembro de la familia Enterobacteriaceae, es una Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente, siendo la más abundante y debido a sus características, es de los indicadores de contaminación fecal mas utilizados últimamente (Larea-murrell, et al., 2013)

### **2.1.4. *Coliformes Termotolerantes***

Entre los coliformes se encuentra un grupo llamado coliformes termotolerantes, siendo *Escherichia coli* incluido en el grupo, el grupo distinto a este se halla en aguas orgánicamente enriquecidas y suelos en descomposición. Según la OMS menciona que no se debe hallar patógenos en agua potable como *Escherichia coli* o coliformes termotolerantes en 100 ml de agua para consumo humano (Organización Mundial de la Salud [OMS], 1988 citado en Gianoli, et al., 2018)

Otra forma de denominarlos es CTE (Coliformes termotolerantes) llamado así debido a que soporta temperaturas de hasta 45°C, siendo conformado por un número pequeño de microorganismos, siendo indicadores de calidad por su origen. En la mayoría se encuentran representados por la *E. coli*, como se ha mencionado, pero también en un menor porcentaje se ha hallado *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*, siendo estas dos últimas coliformes termotolerantes cuyo origen es normalmente ambiental (fuente de agua, suelos y vegetación) y ocasionalmente se encuentran en la microbiota normal (Larea-murrell, et al., 2013, p. 26)

Este grupo de coliformes integran el grupo de coliformes totales, solo que tienen algunas diferencias en que son indol positivo, su temperatura óptima de crecimiento va hasta los 45°C y son mejores indicadores de higiene en alimentos y agua. Su presencia indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen este tipo de coliformes siendo la más común la *E. coli* con un 90- 100% (Larea-murrell, et al., 2013, p. 26)

#### **2.1.5. Actividad Microbiológica de los coliformes**

Las bacterias coliformes pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y los géneros que están dentro de este grupo son *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Serratia*. Los coliformes son indicadores de contaminación fecal debido a que forma parte de la flora gastrointestinal de todos los animales homeotermos; se hallan en grandes cantidades en alimentos y agua indicando la contaminación fecal, lo que podría transmitir enfermedades gastrointestinales (Larrea et al. 2013; Aurazo, 2004).

#### **2.1.6. Actividad microbiológica coliformes totales**

Cabe aclarar que el grupo de coliformes es determinado por bacterias Gram negativas en forma de bacilo que fermenta la lactosa a temperaturas entre 35 a 37 °C, cuyo producto es producir ácido y gas (CO<sub>2</sub>) entre 24 a 48 horas de incubación, estas constituyen el 10% de los microorganismos intestinales de los seres humanos y animales, además se encuentran en diversos ambientes como fuentes de agua, vegetación y suelos, encontrándose las: *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. (Castaño y Bernal, 2015)

La prueba más utilizada para determinar coliformes es la hidrólisis de lactosa, al romper este disacárido es catalizado por la enzima β-D-galactosidasa. Para la determinación de la β-Dgalactosidasa se utilizan medios cromogénicos tales como el Agar Chromocult para coliformes. Sin embargo, no se recomienda evaluar la calidad del agua ya que muchos de sus

miembros se encuentran de forma natural en agua, suelos o vegetación (Larea-murrell, et al., 2013, p. 26)

La OMS (2006) menciona que dentro de los coliformes están los coliformes totales cuyas características son ser bacilos, Gram negativas, fermentadores lácticos con producción de CO<sub>2</sub> a 35°C, oxidasas negativas y aeróbicas o anaeróbicas facultativas. Se pueden hallar en heces y contaminando el medio ambiente, sobre todo cuerpos de aguas. También se encuentran los coliformes fecales, que, a diferencia de las totales, estas fermentan lactosa y manitol produciendo ácidos y CO<sub>2</sub> a 45°C; estas pueden ocasionar enfermedades más complicadas como gastroenteritis, vómitos intensos, entre otros; dentro de este grupo se encuentra *Escherichia coli*.

#### **2.1.7. Contaminación Microbiológica de las aguas**

La contaminación fecal de las aguas superficiales que sirven de abastecimiento a la población, es uno de los problemas mas urgente en los países en vías de desarrollo, esto se debe al vertimiento de los desagües sin ningún tratamiento. El agua apta para consumo puede contaminarse cuando pasa por el sistema de distribución sin las mínimas medidas de seguridad lo que predisponen el ingreso y multiplicación de microorganismos provenientes de distintas fuentes. Existen muchos otros factores que permiten la multiplicación del desarrollo de microorganismos tales como cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de tuberías (Arcos, et al., 2005)

Arcos y sus colaboradores (2005) destacan la frecuencia de enfermedades de origen hídrico que están relacionados a presencias de microorganismos (bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias) emergentes tales como dengue y colera, así como reemergentes como lo son la malaria, tuberculosis y peste. Dicho grupo de microorganismos representa una amenaza general para todos los países del mundo.

Es por ello por lo que es necesario determinar que tipos de microorganismos se encuentran en el agua, así como su concentración para poder tomar decisiones sobre su control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación de las personas y el ambiente (Arcos, et al., 2005, p. 71)

Respecto a las bacterias coliformes termotolerantes son de interés clínico ya que pueden generar infecciones en el sistema respiratorio superior e inferior, infecciones en la piel y tejidos blandos, diarrea aguda y otras enfermedades severas. En cuanto a los coliformes totales su número no debe ser mayor de 2-3 coliformes, en aguas tratadas estos coliformes son como una alerta de que ocurrió contaminación sin identificar su origen, su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta es tratamiento intensificando la vigilancia en la red de distribución (Arcos, et al., 2005, pp. 72-73)

#### ***2.1.8. Características fisicoquímicas del agua***

##### ***2.1.8.1. Temperatura***

Su temperatura se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido, las variaciones de temperatura existentes afectan la solubilidad de sales y gases del agua así como sus propiedades químicas y microbiológicas (Marín, 2010)

##### ***2.1.8.2. Comportamiento térmico***

El agua tiene un comportamiento térmico único y gracias a ellos es el principal termorregulador del organismo, ya que mantiene la temperatura corporal constante independiente del ambiente y de la actividad metabólica, presentando una alta conductividad térmica que permite la distribución rápida y regular del calor corporal y favorece la transferencia de calor a la piel para ser evaporada. (Carbajal y González, 2012, p. 70)

Dentro de su función termorreguladora esta también otra característica física que le otorga un efecto refrigerante: su alto calor de vaporización ya que para que el agua pueda evaporarse debe absorber más calor que ninguna otra sustancia. (Carbajal y González, 2012, p. 71)

#### **2.1.8.3. pH**

Se debe al equilibrio carbónico y la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Para determinar el pH de un agua se debe realizar la secuencia de equilibrios de disolución de  $\text{CO}_2$  en un agua, y la disolución de  $\text{CO}_3^{2-}$  e insolubilización de  $\text{HCO}_3^-$ . El valor de pH determinado para aguas superficiales 6-8, 5, siendo las aguas subterráneas más ácidas que las superficiales y las zonas profundas (pobres en  $\text{O}_2$  y con flora reductora) exhiben valores de pH más bajos, del orden de 6,5 u. pH o inferiores (Marín, 2010).

#### **2.1.8.4. Tensión superficial**

El agua tiene un alto valor de tensión superficial, donde las moléculas de la superficie quedan fuertemente atraídas, sin embargo, algunas sustancias pueden romper esta atracción. (Carbajal y González, 2012, p. 72)

#### **2.1.8.5. Capacidad disolvente**

Debido a su tamaño y la naturaleza de sus enlaces polares H – O, a su estructura y su capacidad para formar puentes de hidrógenos, el agua es una molécula altamente reactiva que puede disolver una variedad de sustancias iónicas y moleculares, pero evita la disolución de otras apolares. (Carbajal y González, 2012, p. 72)

#### **2.1.9. Agua de Regadío**

El Ministerio del Ambiente (2014) señala que la calidad del agua de riego implica parámetros fisicoquímicos y biológicos que permitan satisfacer la producción de cultivos y

mantener un equilibrio en el medio. Scott (2004) menciona que la población y la industria agrícola, aprovecha las aguas residuales que llegan a los ríos debido a que supone una exigencia de bajo nivel para el uso industrial, aun así, se debe considerar los riesgos medioambientales y de salud, debido a los microorganismos patógenos, nitratos y materia orgánica que contaminan las aguas (Baccaro et al., 2006; Muñoz et al., 2004).

#### **2.1.10. Aguas contaminadas**

La contaminación de las aguas es un fenómeno complejo de índole social, económico y ambiental considerándosele un obstáculo para el buen vivir y afectando la calidad de vida de las poblaciones aledañas donde exista dicha contaminación. El deterioro en la calidad de las aguas es notorio y nocivo esto genera la afectación del ambiente con graves y permanentes daños para la salud, la población y el ecosistema. (Isch, E., 2011)

Según Bauer, et al., (2017) los principales problemas que impactan en la calidad del agua en Peru son:

- La minería y metales pesados
- Efluentes procedentes de la minería informal
- Pasivos ambientales mineros
- Aguas residuales municipales
- Agroquímicos
- Residuos solidos
- Contaminación por la industria
- Contaminación del mar y zonas costeras
- Contaminantes naturales
- Riesgos microbiológicos

Dichos autores refieren la importancia de realizar estudios complementarios de los análisis fisicoquímicos de calidad de agua, como los análisis de sedimentos e hidrobiológicos, los cuales conllevan a una mejor evaluación de manera integral del recurso hídrico.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada, el cual se define como un estudio donde se concentra en solucionar problemas de un determinado contexto, buscando aplicaciones o usando los conocimientos ya sea entre varias áreas especializadas o solo una, teniendo como propósito realizarlo de forma de práctica para cumplir con las expectativas correspondientes, brindando soluciones a situaciones problemáticas de la sociedad. (Nieto, 2018).

#### *Nivel de Investigación*

El nivel de investigación fue explicativo, porque profundizó más allá de describir fenómenos o buscar relaciones entre los diferentes conceptos; consisten en dar respuesta a las diferentes de los eventos sociales o científicos. Es decir, resalta el interés en la explicación del por qué ocurren los fenómenos y en qué condiciones se presenta. (Hernández et al, 2014).

#### *Diseño de Investigación*

El diseño de Investigación fue experimental, como así lo definen Hernández, Fernández y Baptista (2014), ya que se analizan los efectos causales de las variables independientes sobre las dependientes, convirtiéndolas en explicativos. En esta investigación se manipulará la variable concentración de nanopartículas de plata para ser aplicada la reducción de la actividad microbiológica.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

##### *3.2.1. Ámbito temporal*

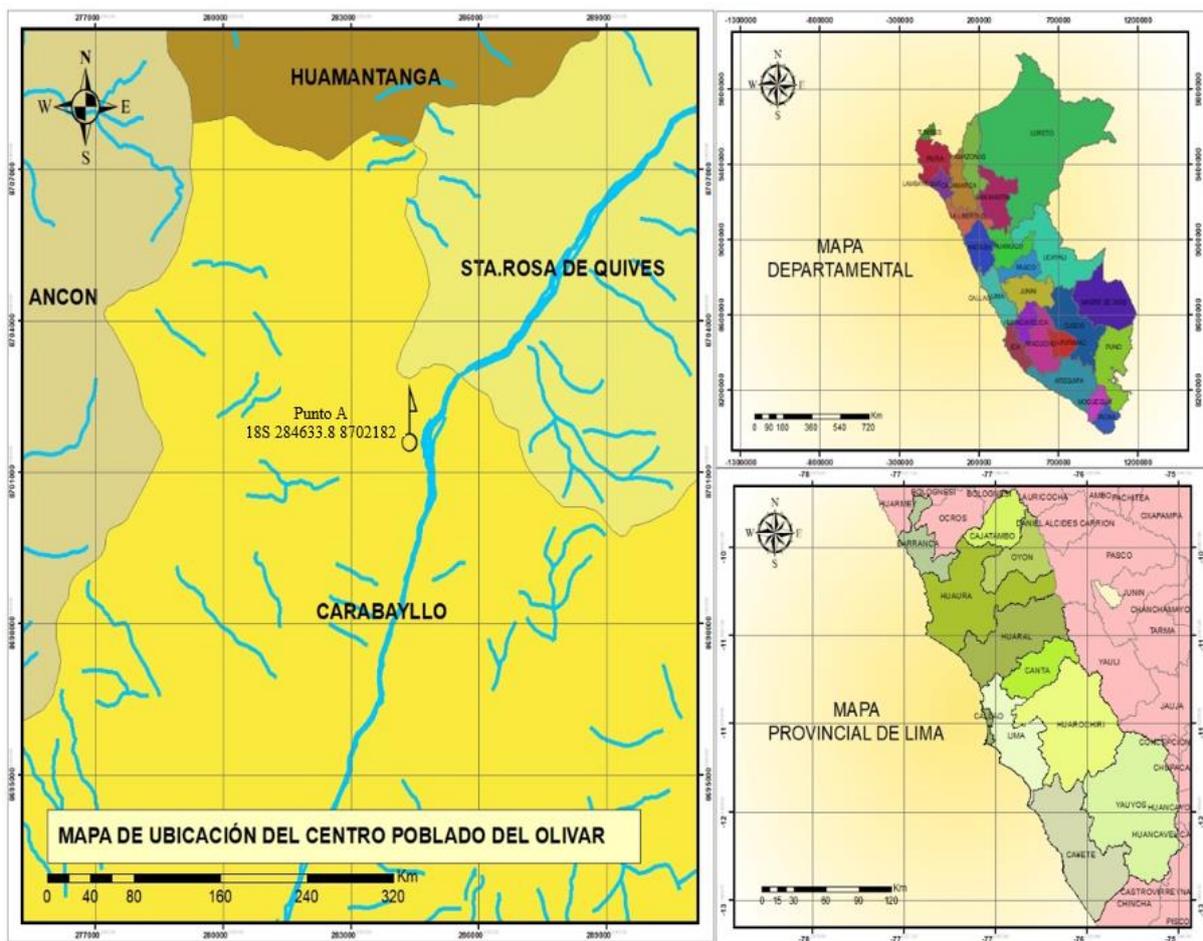
La investigación se lleva a cabo en el laboratorio de microbiología de la empresa NINDECYT ubicada en los Olivos. Y las muestras fueron obtenidas de un canal de regadío del

Centro Poblado del Olivar del distrito de Carabayllo en Lima, durante los meses de octubre y noviembre del 2022, con una periodicidad de 15 días para la toma de muestras.

### 3.2.2. *Ámbito espacial*

La muestra de agua se tomó en el punto A 18S 284633.8 8702182, donde inicial el canal de regadío, y en el punto B, donde desemboca el regadío a los cultivos; ambos puntos ubicados en el Centro Poblado del Olivar

**Figura 3**  
*Ubicación del lugar de intervención en el Centro Poblado del Olivar*



*Nota.* El gráfico muestra el punto A de la zona de intervención donde se realizó la toma de muestras. Punto A (18S 284633.8 8702182)

### 3.3. Variables

**Variable independiente:** Nanopartículas de plata

Las nanopartículas de plata (AgNPs) contienen propiedades catalíticas, electrónicas, magnéticas, ópticas y biológicas que están relacionadas con su estructura que tiene la partícula, su cristalinidad, la composición, forma y tamaño siendo más interesantes según como se visualiza la aplicación práctica. Este agente antimicrobiano inorgánico que es la plata ha sido usado desde varias épocas atrás, para controlar las contaminaciones microbianas y combatir las diversas infecciones (Nanomedicina, 2016).

**Variable dependiente:** Actividad microbiológica

La fuente de las aguas superficiales y del reservorio cambia demasiado los contenidos microbiológicos y características químicas, esta agua puede exponerse a ciertos peligros químicos o biológicos que es ocasionado por la contaminación con animales o el desecho de los humanos que proceden de los lotes. El agua residual y el compuesto necesita oxígeno, la mayor parte de la materia orgánica produce a minoría del oxígeno en el agua (Martínez et al, 2018).

**Tabla 1**

*Matriz de Operacionalización de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente: Nanopartículas de plata</b>	Las nanopartículas de plata poseen una buena relación superficie y volumen, haciendo efectiva la actividad antimicrobiana a muy bajas concentraciones;	Las nanopartículas son medidas por propiedades tanto físicas como químicas para verificar el uso correcto de estas en los diferentes campos de acción al aplicar.	Propiedades fisicoquímicas del agua	pH Temperatura Oxígeno disuelto Conductividad Turbidez Demanda Química de Oxígeno Demanda bioquímica de Oxígeno Sólidos totales	pH °C mg/L uS/cm NTU mg/L mg/L mg/L

	son de bajo coste y no han demostrado toxicidad celular ni respuesta inmunológica (Samuel et al., 2020).			Sólidos totales en suspensión	mg/L
				Sólidos totales disueltos	mg/L
<b>Variable dependiente: Actividad microbiológica</b>	La actividad microbiológica es un proceso indicativo de contaminación fecal debido a que forma parte de la flora gastrointestinal de todos los animales homeotermos; se realiza de acuerdo a la cantidad de contaminación en alimentos y agua indicando la polución fecal, lo que podría transmitir enfermedades gastrointestinales (Larrea et al. 2013; Aurazo, 2004).	Los microorganismos que se encuentran en el agua, son medidos por medio de parámetros contaminantes existentes en el medio, y se realiza antes y después de la aplicación de las nanopartículas para corroborar si existe algún cambio.	Microorganismos del agua	Coliformes totales	NMP/100ml
				Coliformes termotolerantes	NMP/100ml
				<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml

*Nota.* Elaboración propia

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

Según Carrasco (2006) la población es la reunión de todos los elementos (unidad de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el estudio investigativo. Para nuestro estudio la población es el canal de regadío del sector el Olivar, el cual tiene un caudal máximo de 90 litros por segundo.

### **3.4.2. Muestra**

Según Carrasco (2006) la muestra representa un parte representativo de la población, cuyas características son la de ser objetiva y reflejo de la población en ella, con la condición de que los resultados que se obtengan en la muestra se generalicen a todo el elemento que conforman dicha población. Para la presente investigación se tomaron 10 litros de agua del canal en el punto ubicado por coordenadas UTM 284633.80 Este 8702182.00 norte en la zona 18 sur (desembocadura, cerca del regadío).

### **Muestreo**

Según Malhotra (2004), se refiere al muestreo como la unión de objetos u elementos que procesan la data buscada por el experto investigador y sobre la cual se realizaran inferencias, así mismo nos dice que la muestra es un subconjunto de elementos de una población que son seleccionados para participar en un estudio.

En este estudio se tomó 10 litros de agua para el punto de muestreo, de las cuales 2 litros se usaron para los análisis microbiológicos iniciales y la caracterización del agua, y 8 litros para la aplicación de los 3 tratamientos propuestos.

### **3.5. Instrumentos**

Para Carrasco (2006) los instrumentos de investigación “cumplen roles muy importantes en la recogida de datos y se aplican las según la naturaleza y características del problema y de la intencionalidad del objetivo de investigación”.

El instrumento de recolección de datos fue la “ficha de observación” (Anexo 2 y 3) para cada punto de muestreo. Y los instrumentos de análisis de actividad microbiología fueron: Incubadora, termómetro, medios de cultivo, placas Petri, PH metro, Balanza digital y los demás que se requiere en el laboratorio.

### 3.6. Procedimientos

Los procedimientos establecidos en el presente trabajo de acuerdo a los objetivos fueron:

#### 3.6.1. Caracterización fisicoquímica de las aguas contaminadas:

Para obtener esta caracterización de aguas contaminadas por E. Coli, Coliformes y Termotolerantes, se hizo un recorrido en el Centro Poblado El Olivar, mediante la observación se pudo determinar que el canal de regadío se encuentra sin protección y cruza diversas áreas del centro poblado con aguas turbias.

#### Figura 4.

*Toma de muestras 1 y 2 del Canal de Regadío en el Centro Poblado “El Olivar”*



Nota: La imagen de la izquierda pertenece a la muestra 1, la imagen de la derecha pertenece a la muestra 2.

Se realizó la evidencia de tomas fotográficas de la zona de colecta de la primera muestra (E: 284522 N: 8701524), para observar el contenido se tomó en un envase de botella de 250 ml agua del canal, y de manera visual se pudo determinar que el agua contenía sustancias y sedimentos y presentaba un color demasiado turbio.

La segunda muestra de igual manera se colecto 250 ml de agua del canal (284501.79 m E, 8701565.55 m N), Se observa que el agua es menos turbia en comparación con la primera muestra y no se precipitan sedimentos.

*Figura 5.*  
*Envases de 250 ml con la muestra de agua del canal*



Nota: La imagen de la izquierda pertenece a la muestra 1 (E: 284522 N: 8701524) la imagen de la derecha pertenece a la muestra 2 (284501.79 E, 8701565.55 N).

En la segunda visita en la zona de estudio del centro poblado El Olivar se volvió a tomar muestras de agua del canal de regadío con el fin de realizar caracterización fisicoquímica para ello se procedió de la siguiente manera:

Con frascos de 1/2 litro (03 botellas) se procedió a enjuagar tres veces, para que el envase este a las mismas condiciones que la muestra a tomar, luego de ello se procedió a tomar las muestras de agua con las botellas (se rotularon cada uno de los envases), después de obtener las muestras, se metieron al cooler con refrigerantes para que se conserven y así puedan llegar en buen estado a laboratorio a analizar. (Para la toma de muestras se usaron frascos o envases esterilizados, guantes, refrigerantes, GPS, rótulos y cooler).

Las muestras de agua colectadas fueron enviadas a un laboratorio de química acreditado para el análisis de los parámetros fisicoquímicos: pH, turbiedad, conductividad, DBO, DQO, sólidos suspendidos y sólidos totales.

### ***3.6.2. Efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas (Standard Methods, 2015):***

#### ***3.6.2.1. Dilución de nanopartículas de plata***

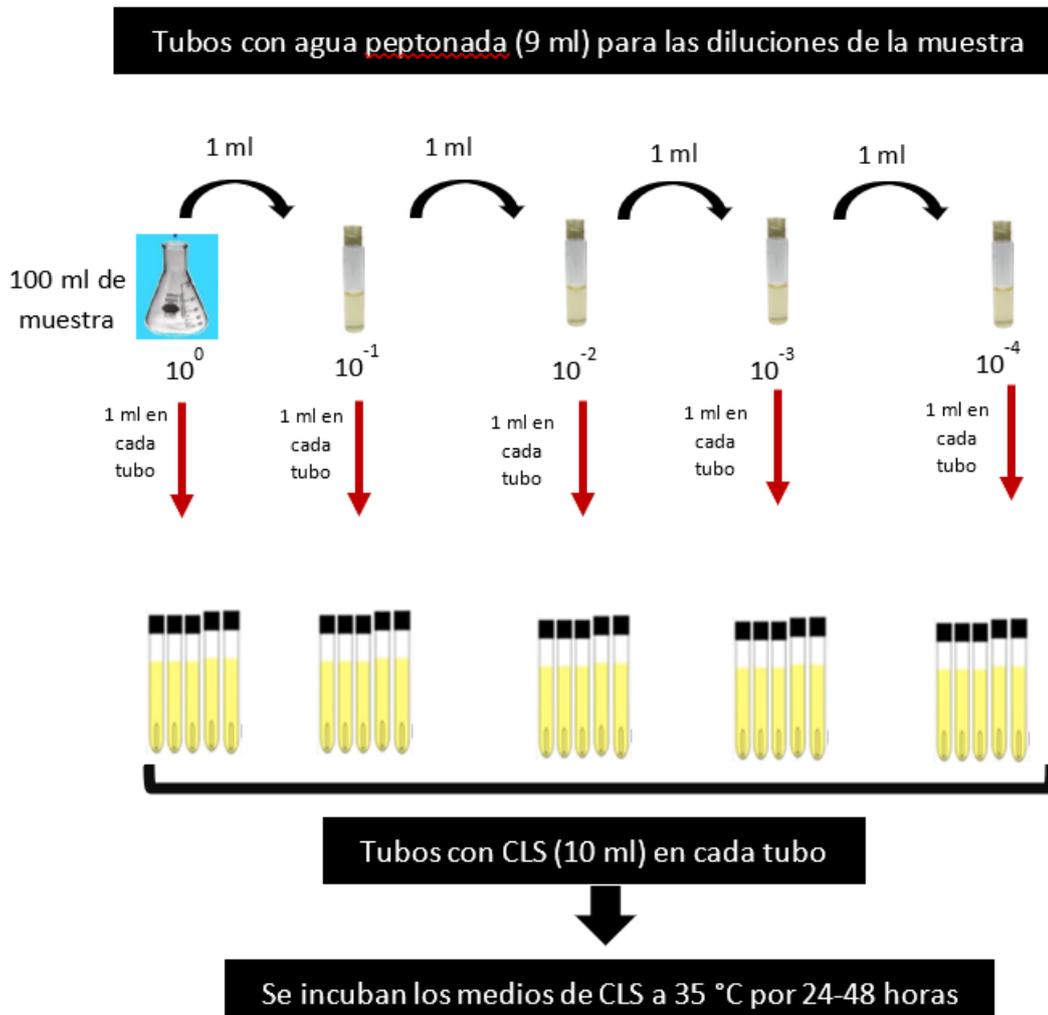
Se extrajo 1 ml (1000 ppm) de nanopartículas de plata y se mezcló con 1 ml de agua destilada, 1ml de esta nueva solución (500 ppm) se diluyó igualmente con 1 ml de agua destilada y así sucesivamente hasta obtener diluciones con 62.5 ppm (N.3), 31.25 ppm (N.2) y 15.6 ppm (N.1) de concentración. De las tres últimas diluciones N.1, N.2 y N.3, se aplicó 1ml de cada una en 10 ml de la muestra de agua de regadío, obteniendo así las muestras experimentales que se refrigeraron por 24 h junto a la muestra original (control) para su posterior análisis.

#### ***3.6.2.2. Análisis microbiológico de coliformes totales***

Para el análisis de la fase presuntiva de las muestras experimentales y control se realizaron 4 diluciones de 1:10 en tubos con 9 ml de agua peptonada, posteriormente en cada caso se mezcló 1ml de la muestra y sus diluciones en tubos con 10 ml de Caldo Lauryl Sulfato (CLS) con su respectiva campana Durham, 5 repeticiones por cada uno, y se incubó a 35 °C por 24-48 horas.

De los tubos de la fase presuntiva que dieron positivos, presentaron turbidez y gas, se tomó 1 ml y colocó en tubos que contenía 10 ml de Caldo Bilis Verde Brillante (CBVB) y campana Durham, y luego se incubaron a 35°C por 24-48 horas. Posteriormente el número de tubos positivos confirmados se compararon con los valores de la tabla de NMP para hallar la concentración de coliformes totales de cada muestra.

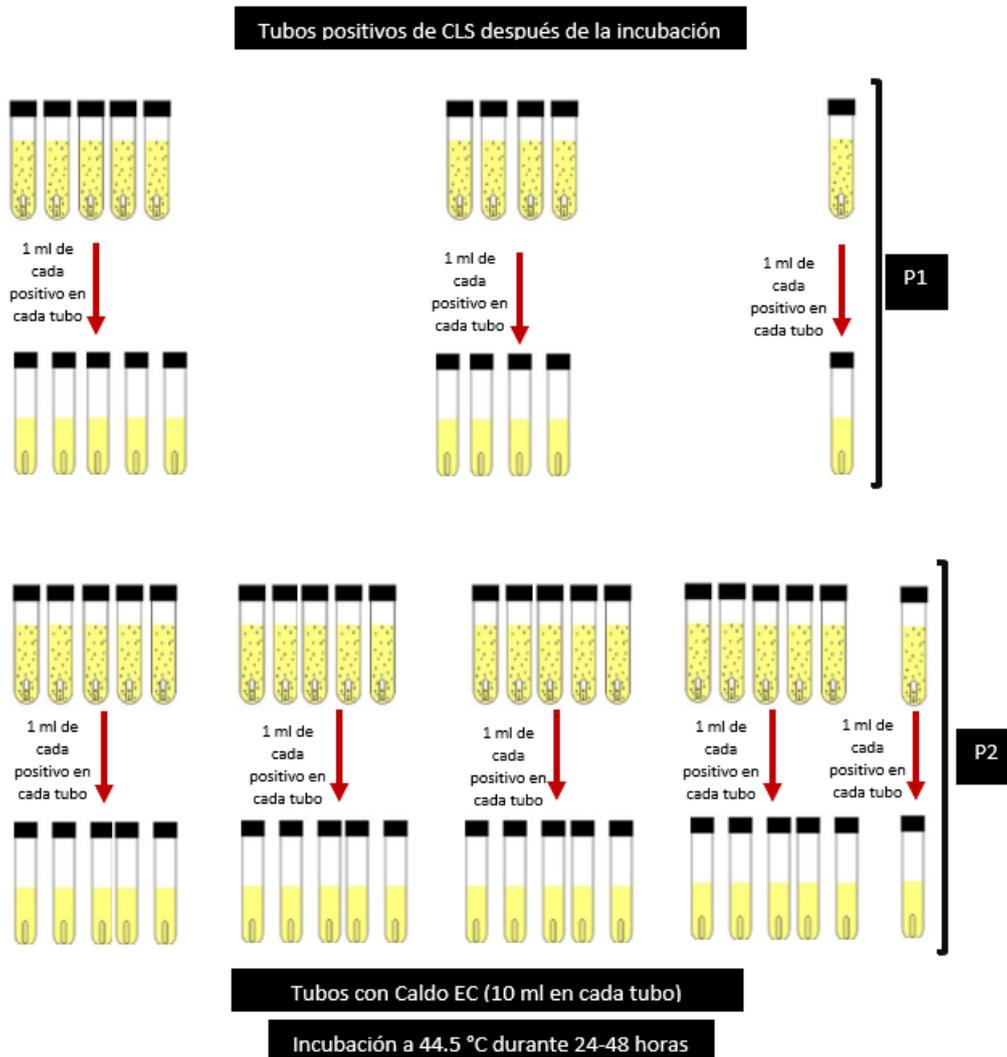
Figura 6.  
Fase presuntiva con Caldo Lauryl Sulfato (CLS)



### 3.6.2.3. Análisis microbiológico de coliformes termotolerantes

Se utilizaron los tubos de la fase presuntiva que dieron positivos, sacando 1 ml de cada tubo positivo y colocándolo en otros tubos que contenía cada uno, 10 ml de CEC – Caldo *Escherichia coli* y una campana Durham, y luego se incubaron a 44.5°C por 24-48 horas. Posteriormente el número de tubos positivos confirmados se compararon con los valores de la tabla de NMP para hallar la concentración de coliformes totales de cada muestra.

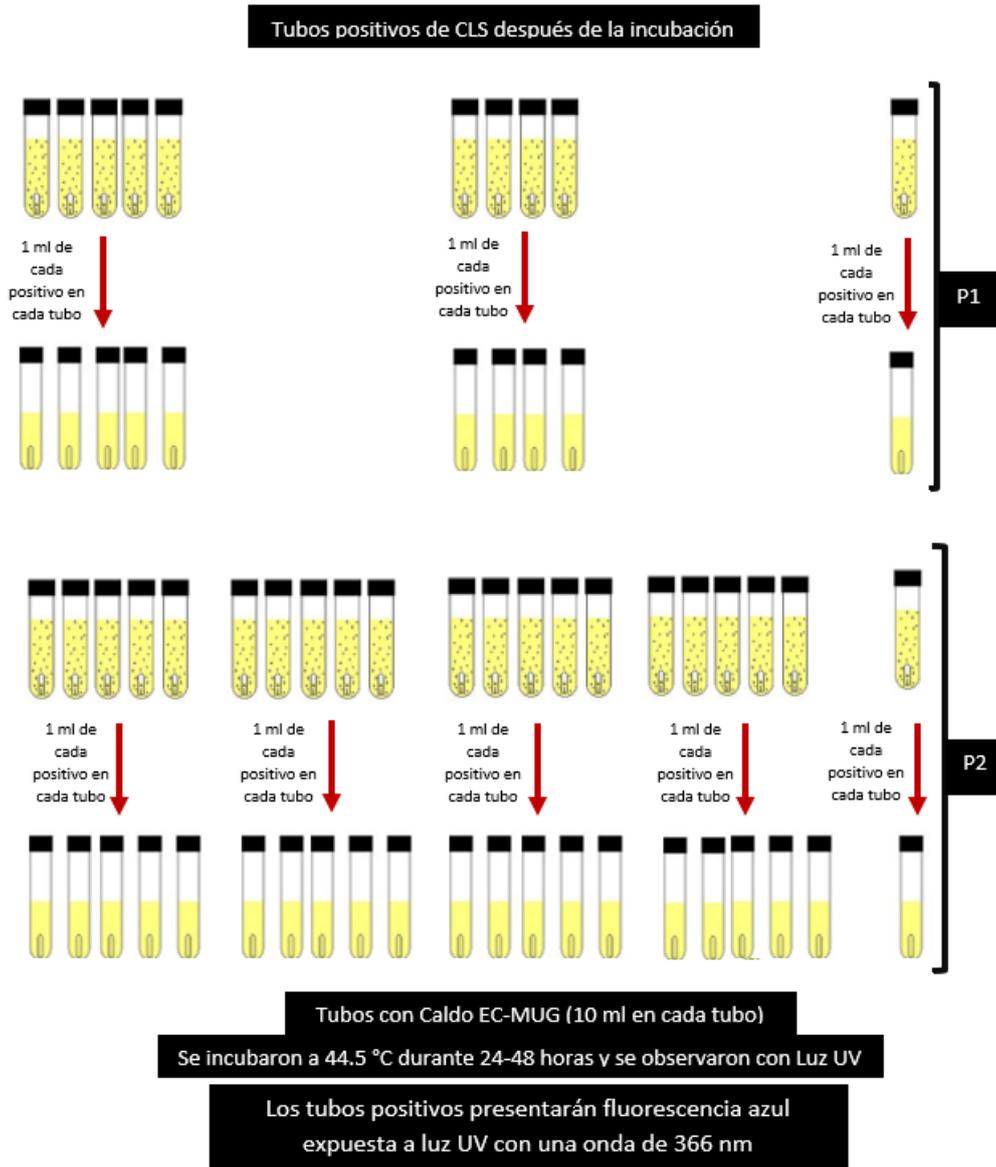
Figura 7.  
Desarrollo de la Fase Confirmativa para Coliformes Termotolerantes con Caldo EC (CEC)



#### 3.6.2.4. Análisis microbiológico de *Escherichia coli*

Se utilizaron los tubos de la fase presuntiva que dieron positivos, sacando 1 ml de cada tubo positivo y colocándolo en otros tubos que contenía cada uno 10 ml de Caldo *Escherichia coli* MUG (CEC-MUG) y una campana Durham, y luego se incubaron a 44.5°C por 24-48 horas, para luego observar los tubos bajo luz UV-a. Posteriormente el número de tubos positivos confirmados se compararon con los valores de la tabla de NMP para hallar la concentración de coliformes totales de cada muestra.

Figura 8.  
Desarrollo de la fase confirmativa para *Escherichia coli* con Caldo EC-MUG (CECMUG)



### 3.6.3. Determinar la concentración óptima de nanopartículas de plata:

De acuerdo a los resultados, se seleccionó cuál de las concentraciones de Ag-NP es la óptima para la eliminación de microorganismos patógenos como coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*.

### **3.7. Análisis de Datos**

El método en el que se analizaron los datos fue el estadístico descriptivo, ya que es una investigación de tipo causal, experimental e inferencial, porque no se necesita que la hipótesis se acepte debido a que la experimentación la puede rechazar. También se utilizó el programa Excel 2019 para la obtención de cuadros y gráficos que me permitan mostrar las variables, ítems o dimensiones a tratar.

### **3.8. Consideraciones éticas**

Salazar, Icaza y Alejo (2018) mencionan que la importancia de la ética en la investigación que depende del ambiente cultural de cada sociedad y que estos comportamientos éticos se forman desde el hogar y con aprendizaje de valores, así como con la profesionalización.

La presente investigación ampara, en primer lugar, los derechos de la propiedad intelectual de los autores que aportaron con las teorías y los diversos conocimientos científicos, con la cita apropiada y la referencia a lo largo de la tesis; también, en segundo lugar, se reserva el derecho de la información ya que se trata de una información pública/privada por lo que no fue manipulada ni cambiada, fueron tomadas en el contexto natural con la respectiva autorización de las entidades o repositorios; y por último, tanto los procedimientos y la metodología que se propuso y se desarrolló, constituyen en el contexto y aplicación a la realidad que se estudió y se plantea en la tesis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización fisicoquímica de las aguas contaminadas usadas para regadío en el sector El Olivar

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos se obtuvieron 7 botellas de 1 litro de muestra tomada, de las cuales cuatro fueron llevadas a los laboratorios correspondientes para el análisis de parámetros fisicoquímicos y para el análisis de sólidos totales, DBO y DQO.

#### 4.1.1. Parámetros Fisicoquímicos

En la Tabla 2 se observan los parámetros fisicoquímicos que fueron analizados: pH, Temperatura, Oxígeno disuelto, Conductividad, Turbidez, DQO, Sólidos totales, en suspensión y disueltos; para poder conocer la calidad del agua con la que se ha realizado el tratamiento.

**Tabla 2**  
*Resultados de los parámetros fisicoquímicos*

Parámetros	Unidades	Resultado	Comentario
<b>Análisis de Campo</b>			
pH	pH	8.1	El agua presenta una alcalinidad relativamente alta.
Temperatura	°C	24.6	Según el ECA para la categoría 3 la T° debe ser mayor a 3°C, si cumple con este parámetro.
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.9	Según el ECA este parámetro debe ser mayor a 4 o 5, el cual cumple.
Conductividad	Us/cm	844.00	Este parámetro no cumple, según el ECA debe ser 2500 para riego y 5000 para bebida de animales, esto significa que el agua es bajo en sales.
Turbidez	NTU	834.0	En este ECA Categoría 3 no se considera este parámetro pero podríamos indicar que para tratamiento no debe ser mayor a 100 NTU.
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>			

Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg/L	<5.0	Según el ECA debe ser 40 mg/L, esto significa que el agua de canal puede causar eutrofización y no hay vida acuática
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO)	mg/L	18.5	Según el ECA debe ser 15 mg/L, esto significa que el agua está altamente contamina al no poder cumplir sus propias funciones de depuración.
Solidos Totales	mg/L	8.5	En el ECA para agua C3, no se especifica este parámetro.
Solidos Totales en Suspensión	mg/L	5.5	En el ECA para agua C3, no se especifica este parámetro.
Solidos Totales Disueltos	mg/L	3.0	En el ECA para agua C3, no se especifica este parámetro.

*Nota.* Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio GREENLAB, fueron comparados con los estándares de calidad ambiental para agua – Categoría 3

#### 4.1.2. *Parámetros Microbiológicos*

En la Tabla 3 se observan los 3 parámetros microbiológicos importantes para el tratamiento de agua en la calidad de Riego de vegetales y bebida de animales según el ECA agua categoría 3, que es la cantidad de Coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*, medido en NMP/100ml; teniendo como resultado que el agua no cumple con el estándar de calidad para la categoría menciona debido a que sus valores sobrepasan los niveles establecidos en el ECA categoría 3.

**Tabla 3**

*Resultados de la presencia de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli en el agua de regadío antes del tratamiento.*

Parámetro	Unidades	Características De Agua Antes Del Tratamiento	ECA Agua Categoría 3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	35000	1000
Coliformes Totales	NMP/100ml	240000	5000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	330000	1000

*Nota.* Resultados obtenidos del análisis en el laboratorio NINDECYT

## 4.2. Efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar.

### 4.2.1. Aplicación de las Nanopartículas de Plata al agua de regadío contaminada

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las 3 diferentes concentraciones que se aplicó a la muestra de agua de regadío, la concentración R1-A (15.6ppm) redujo en un 31.40% (de 35000 NMP/100ml a 24000 NMP/100ml); la concentración R1-B (31.25ppm) redujo en un 98.70% (de 35000 NMP/100ml a 470 NMP/100ml); y la concentración R1-C (62.5ppm) redujo en un 99.70% (de 35000 NMP/100ml a 93 NMP/100ml), la cantidad de coliformes termotolerantes presentes en la muestra.

**Tabla 4**

*Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en coliformes termotolerantes*

Coliformes Termotolerantes		Según ECA	Característica del agua antes	
		Categoría 3	del Tratamiento	
		1000 NMP/100ml	35000 NMP/100ml	
Nombre	Concentración de Ag-Np	Unidad	Resultado	Porcentaje
R1-A	15.6 ppm	NMP/100ml	24000	31.40%
R1-B	31.25 ppm	NMP/100ml	470	98.70%
R1-C	62.5 ppm	NMP/100ml	93	99.70%

*Nota.* Resultados obtenidos del análisis en el laboratorio NINDECYT

En la Tabla 5 se muestran los resultados de las 3 diferentes concentraciones que se aplicó a la muestra de agua de regadío, la concentración R2-A (15.6ppm) redujo en un 96.2% (de 240000 NMP/100ml a 9200 NMP/100ml); la concentración R2-B (31.25ppm) redujo en un 98.8% (de 240000 NMP/100ml a 2800 NMP/100ml); y la concentración R2-C (62.5ppm) redujo en un 99.9% (de 240000 NMP/100ml a 92 NMP/100ml), la cantidad de coliformes totales presentes en la muestra.

**Tabla 5**

Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en coliformes totales

Coliformes Totales	Característica del agua antes del Tratamiento			
	240000 NMP/100ml			
Nombre	Concentración de Ag-Np	Unidad	Resultado	Porcentaje
R2-A	15.6 ppm	NMP/100ml	9200	96.2%
R2-B	31.25 ppm	NMP/100ml	2800	98.8%
R2-C	62.5 ppm	NMP/100ml	92	99.9%

Nota. Resultados obtenidos del análisis en el laboratorio NINDECYT

En la Tabla 6 se muestran los resultados de las 3 diferentes concentraciones que se aplicó a la muestra de agua de regadío, la concentración R3-A (15.6 ppm) redujo en un 72.12% (de 330000 NMP/100 ml a 92000 NMP/100 ml); la concentración R3-B (31.25 ppm) redujo en un 99.97% (de 330000 NMP/100 ml a 93 NMP/100 ml); y la concentración R3-C (62.5 ppm) redujo en un 100% (de 330000 NMP/100 ml a 0 NMP/100 ml), la cantidad de *Escherichia coli* presentes en la muestra.

**Tabla 6**

Resultados del efecto antimicrobiano de las Ag-NP en 3 concentraciones diferente evaluados en *E. coli*

<i>Escherichia coli</i>	Según Eca Categoría 3		Característica Del Agua antes del Tratamiento	
	1000 NMP/100ml		330000 NMP/100ml	
Nombre	Concentración de Ag-Np	Unidad	Resultado	Porcentaje
R3-A	15.6 ppm	NMP/100ml	92000	72.12%
R3-B	31.25 ppm	NMP/100ml	93	99.97%
R3-C	62.5 ppm	NMP/100ml	0	100%

Nota. Resultados obtenidos del análisis en el laboratorio NINDECYT.

Considerando la descripción de las anteriores tablas se logra tener los resultados de las concentraciones de los parámetros evaluados:

- Para el parámetro de coliformes termotolerantes, se ha obtenido como primer resultado 35000 NMP/100 ml del análisis de la muestra de agua, luego de ser tratada bajo el efecto de la Ag-NP a las concentraciones de 15.6, 31.25, y 62.5 ppm

respectivamente se obtuvo que el R1-A bajo de 35000 a 24000 NMP/100 ml, el cual representa una reducción del 31.40%, con respecto al R1-B disminuyo de 35000 a 470 NMP/100 ml el cual representa un 98.70%, y en la última muestra R1-C disminuyo de 35000 hasta 93 NMP/100 ml el cual representa un 99.70% en sus concentraciones de coliformes termotolerantes presentes en las muestras de agua.

- En el análisis del parámetro de coliformes totales se tuvo como resultado 240000 NMP/100 ml en la muestra de agua, luego de ser tratada con Ag-NP a las concentraciones de 15.6, 31.25, y 62.5 ppm respectivamente se obtuvo que el R2-A, disminuyo de 240000 NMP/100 ml a 9200 NMP/100 ml reduciéndose en un 96.20%, con respecto al R2-B, disminuyo de 240000 NMP/100 ml a 2800 NMP/100 ml, el cual equivale a un 98.80% de reducción, mientras que el R2-C disminuyo de 24000 NMP/100 ml a 92 NMP/100 ml, el cual equivale a 99.90% en las concentraciones de coliformes totales presentes en la muestra de agua.
- En el análisis de *Escherichia coli*, se obtuvo como resultado 330000 NMP/100 ml en la muestra de agua, luego de ser tratada con Ag-NP en las concentraciones de 15.6, 31.25, y 62.5 ppm respectivamente, se obtuvo como resultado que el R3-A disminuyo de 330000 NMP/100 ml a 92000 NMP/100 ml, el cual equivale a 72.12%, mientras que el R3-B disminuyo de 330000 NMP/100 ml a 93 NMP/100 ml, el cual equivale a un 99.9% y en el R3-C disminuyo de 330000 NMP/100 ml a 0 NMP/100 ml, el cual equivale a una reducción del 100% en las concentraciones de *Escherichia coli*, presentes en el agua de la muestra.

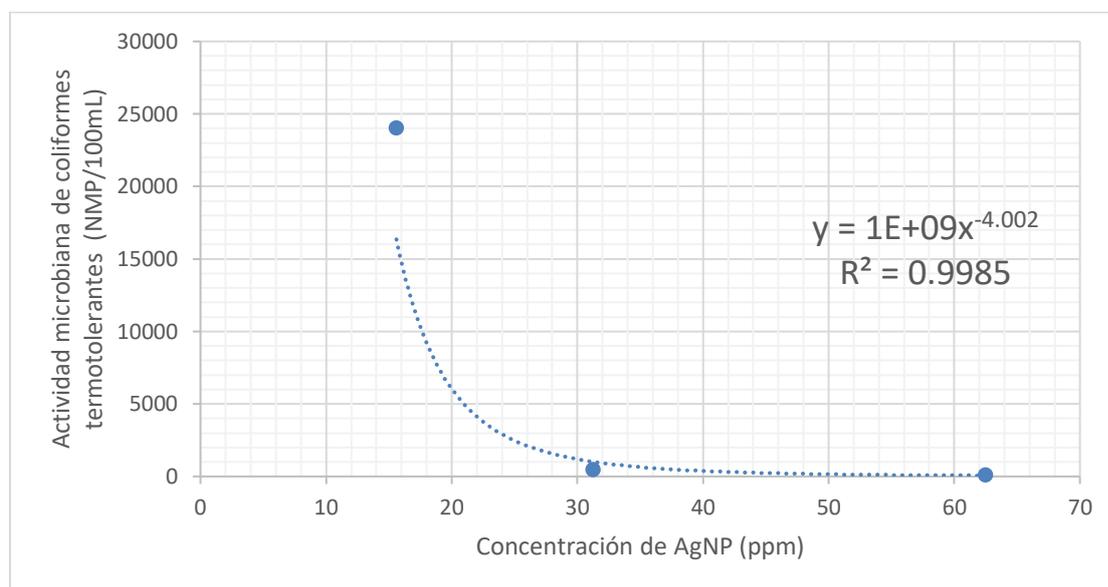
### 4.3. Concentración óptima de nanopartículas de plata, como implementación en la mitigación de la contaminación microbiológica de las aguas usadas para riego en el Sector El Olivar.

#### 4.3.1. Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Coliformes Termotolerantes

Para encontrar la concentración óptima de la actividad de termotolerantes, se considera una actividad microbiana con valor de 1000 NMP/100 ml de acuerdo al ECA-2017, por lo que reemplazando en la ecuación e interpolando nos arrojó una concentración de 31.56 ppm, y esta representa la concentración óptima que es la mínima concentración para la propuesta de implementación de metodologías de mitigación en este tipo de bacterias.

#### Figura 9

Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100 ml versus Concentración en ppm para coliformes termotolerantes.



Nota. Gráfico elaborado en el programa Excel 2016

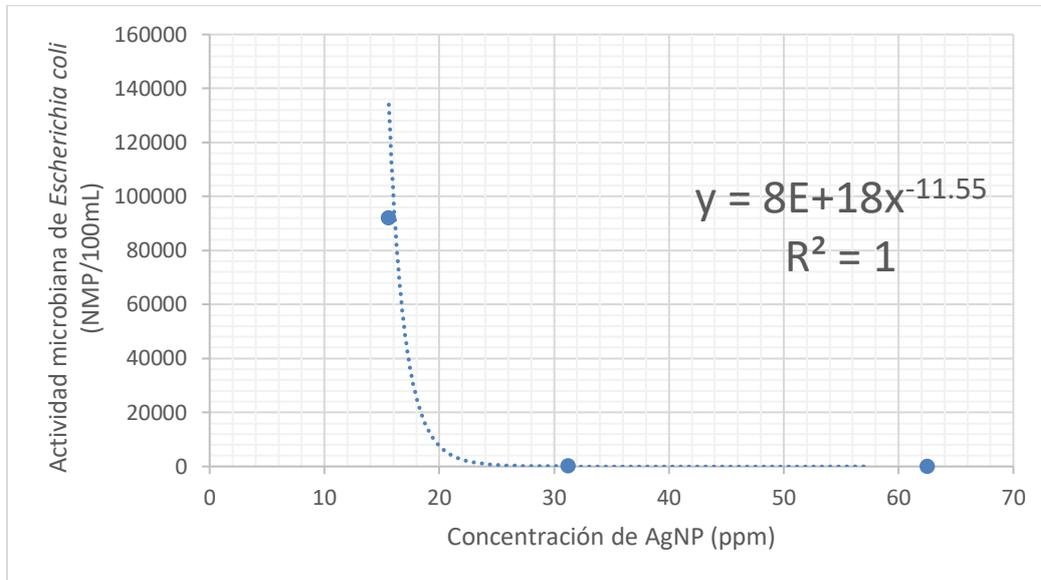
#### 4.3.2. Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Escherichia coli

Para encontrar la concentración óptima de la actividad de *Escherichia coli*, se considera una actividad microbiana con valor de 1000 NMP/100 ml de acuerdo al ECA-2017, por lo que reemplazando en la ecuación e interpolando nos arrojó una concentración de 23.81 ppm, y esta

representa la concentración óptima que es la mínima concentración para la propuesta de implementación de metodologías de mitigación en este tipo de bacterias

### Figura 10

Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100 ml versus Concentración en ppm para *Escherichia coli*.



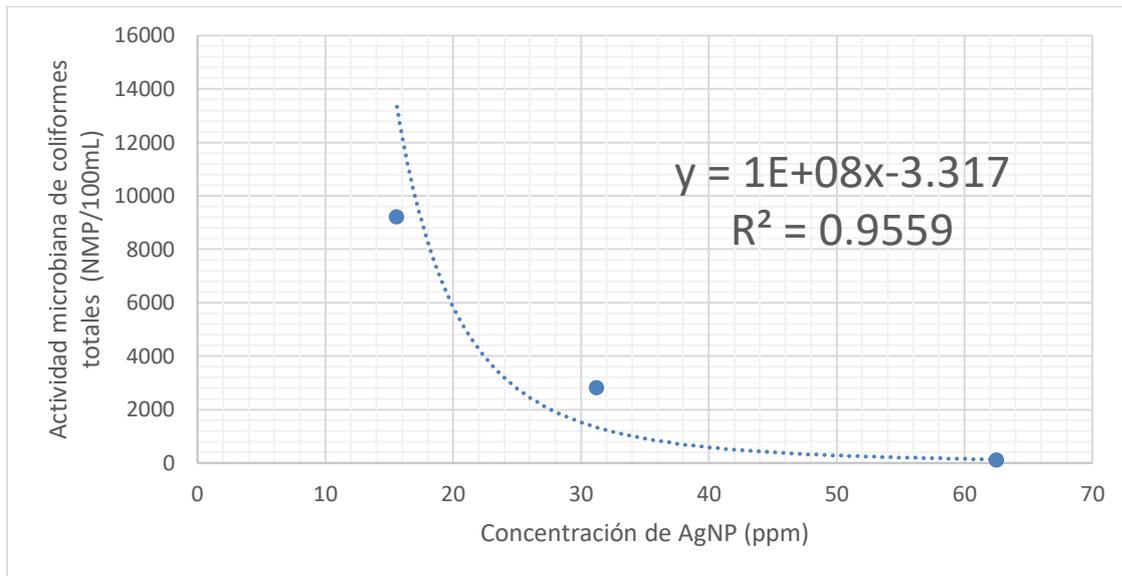
Nota. Gráfico elaborado en el programa Excel 2016

#### 4.3.3. Cálculo de la concentración óptima de las AgNP para Coliformes Totales

Para encontrar la concentración óptima de la actividad de Coliformes Totales, se considera una actividad microbiana con valor referencial de 1000 NMP/100 ml, por lo que reemplazando en la ecuación e interpolando nos arrojó una concentración de 32.16 ppm, y esta representa la concentración óptima que es la mínima concentración para la propuesta de implementación de metodologías de mitigación en este tipo de bacterias

**Figura 11**

Gráfica de Actividad microbiana en NMP/100 ml versus Concentración en ppm para Coliformes totales



Nota. Gráfico elaborado en el programa Excel 2016

## V. DISCUSIONES

Los resultados del presente estudio para la actividad microbiana en coliformes termotolerantes fue la segunda concentración R1-B y la tercera concentración R1-C, con reducción de 98.7% hasta 99.7%, con esto se reduce por debajo al límite 100 NMP/100ml del ECA 2017 en la categoría 3. Así mismo, para la actividad microbiana en coliformes totales fueron las tres concentraciones R2-A, R2-B, R2-C, con reducción de 96.2% hasta 99.9%. A su vez, para la actividad microbiana en *Escherichia coli* fue la segunda concentración R3-B y la tercera concentración R3-C, con reducción de 99.97% hasta 100%, y así se reduce por debajo al límite 100 NMP/100ml del ECA 2017 en la categoría 3.

Estos resultados también coinciden relativamente con Echeverry et al. (2020) que investigó el efecto antibacteriano con AgNP funcionalizadas, encontrándose una concentración mínima inhibitoria para dos cepas de *Escherichia coli* con 30 ug/ml (30ppm), mientras que en el presente trabajo se encontró el valor de 23.81 ppm como concentración mínima inhibitoria óptima.

También, los resultados del presente trabajo referente a coliformes totales, con un porcentaje de reducción de 98.8% y 99.9% (R2-B y R2-C respectivamente), se asemejan a los encontrados por Ramírez (2017) que investigó sobre la aplicación de las AgNP para disminuir coliformes totales en aguas residuales de Trapiche; encontrándose en su metodología la reducción de 490000 NMP/100ml de coliformes totales hasta <1.8 NMP/ml, que representa a un porcentaje de reducción del 99.99%.

Los resultados también se relacionan con Feijo (2018), que realizó el estudio sobre la aplicación de AgNP sintetizadas para la reducción de microorganismos del agua en una zona rural del Huaral; el investigador sintetizó AgNP con una metodología de química verde, donde

obtuvo un porcentaje de remoción del 100% desde el primer día de aplicación en coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli*.

Estos resultados se asemejan con Benavente (2016) ya que, el investigó sobre una propuesta de aplicación de nanopartículas de plata en filtro para la purificación de agua, encontrando una reducción en actividad microbiana de coliformes termotolerantes o fecales de 92 a <1.1 (NMP/100 ml), que representa una reducción de 98% aproximadamente; y en coliformes totales, una reducción de 2.2 a <1.1 (NMP/100 ml), que representa un 50% aproximadamente de reducción. Confirmando una cierta efectividad de los filtros a base de AgNP.

## VI. CONCLUSIONES

- a. El efecto de las nanopartículas (AgNP) de manera general en las bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*, obtuvo porcentajes altos de reducción que varían desde 96.2% como es el caso de las concentraciones de 15.6 ppm (coliformes totales) y 100% como es el caso de la concentración de 62.5 ppm (*Escherichia coli*).
- b. En la caracterización fisicoquímica de las agua de regadío está contaminada, según los análisis de laboratorio estas caracterización fisicoquímica de la calidad de agua de la muestra del Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, comparado con el ECA 2017, esto lo muestra el DBO es mayor que el DQO, y debería ser lo contrario, porque las sustancias orgánicas se pueden oxidar con mayor facilidad de manera química y no biológica, y esto se comprueba con el valor de la conductividad, indicando poca presencia de sales.
- c. Se comprobó el efecto de las nanopartículas de plata (AgNP) en las bacterias coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*, con porcentaje de remoción para coliformes termotolerantes de 98.7% hasta 99.7% (concentración R1-B y R1-C); para coliformes totales de 96.2% hasta 99.9% (concentraciones R2-A, R2-B y R2-C); y para *Escherichia coli* de 99.97% hasta 100% (concentración R3-B y R3-C), reduciéndose por debajo al límite 100 NMP/100 ml según el ECA 2017 en la categoría 3.
- d. Se determinó que las concentraciones óptimas, empleando el método de interpolación con los valores en concentración óptima (c. termotolerantes) es igual 31.56 ppm, concentración óptima (*E. coli*) es igual 23.81 ppm, y concentración óptima (c. totales) es igual 32.16 ppm. Y con esto permitirá la implementación de acciones de mitigación a la contaminación de las aguas de regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives.

## VII. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda realizar a los pobladores del distrito Santa Rosa de Quives en el Sector El Olivar, en conjunto con la municipalidad, campañas de sensibilización ambiental a fin de reducir la contaminación antropogénica a los canales de agua.
- b. Se recomienda investigar el efecto de las nanopartículas de plata sintetizadas con un aceite esencial o algún principio activo de alguna planta, como complemento en otras bacterias.
- c. Se recomienda realizar un taller a la Municipalidad de Santa Rosa de Quives, sobre el efecto de las nanopartículas de plata y su función sobre las bacterias, a fin de presentar un proyecto de mitigación de aguas contaminadas por bacterias con estas nanopartículas, y la aplicación de las concentraciones óptimas encontradas en este trabajo de investigación.

## VIII. REFERENCIAS

- Agudelo, W., Montoya, Y. y Bustamante, J. (2018). Using a non-reducing sugar in the green synthesis of gold and silver nanoparticles by the chemical reduction method. *DYNA*, 85(206), 69-78. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.72136>
- Arcos, M.; Ávila, S. L.; Estupiñan, S. M. y Gómez, A. C. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA Publicación Científica*. 3 (4). 69-79
- Aurazo, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua. OPS/OMS/CEPIS/PUB/04.103 *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS)*
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual\\_de\\_buenas\\_practic as\\_para\\_el\\_uso\\_seguro\\_y\\_productivo\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales\\_domesticas.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practic as_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf)
- Baccaro K., Degorgue M., Lucca M., Picone L. y Zamuner E. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola del Mar de la Plata. *INTA*, Argentina. RIA, vol. 35(3).
- Bapat, R. A., Chaubal, T. V., Joshi, C. P., Bapat, P. R., Choudhury, H., Pandey, M., ... & Kesharwani, P. (2018). An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. *Materials Science and Engineering: C*, 91, 881-898.
- Bauer, J. L.; Castro, J.C. y Chung, B. (2017). Calidad del agua. Pontifica Universidad Católica del Perú [PUCP]. <https://ciga.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/09/4.-CAP%C3%8DTULO-4.pdf>

- Benavente, L. (2016). *Propuesta de la aplicación de nanocompositos arcilla nanopartículas de plata en filtros para la purificación de aguas de zonas rurales de Camana-Arequipa*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial, Universidad Católica Santa María]. Repositorio UCSM. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5514>
- Burdusel, A., Gherasim, O., Mihai, A., Mogoanta, L., Ficai, A. y Andronescu, E. (2018). Biomedical Applications of Silver Nanoparticles: An Up-to-Date Overview. *Nanomaterials*, 8(681), 1-25. <http://dx.doi.org/10.3390/nano8090681>
- Carbajal, A. y González, M. (2012). Agua para la Salud. Pasado, presente y futuro. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- Cardoso Patricia. (2016). Nanopartículas de plata: obtención, utilización como antimicrobiano e impacto en el área de la salud. *Rev. Hosp. Niños* (B. Aires), 58(260), 19-28.
- Cataño, E. y Bernal, S. (2015). *Validación del método de ensayo de Coliformes totales y fecales por la técnica de Número más probable (NMP) en la calidad del queso fresco producido a pequeña escala*. [Tesis de pregrado]. Universidad Libre Seccional Pereira. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16168/VALIDACI%C3%93N%20DEL%20M%C3%89TODO%20DE%20ENSAYO.pdf?sequence=1>
- Díaz, P. (2021). Efecto bactericida de nanopartículas de hierro, cobre, zinc y plata en el tratamiento y desinfección de aguas residuales. *Naturaleza y Tecnología* 1(1), 1-16. <http://www.naturalezaytecnologia.com/index.php/nyt/article/view/384/pdf>

- Echeverry-Chica, J., Naranjo-Díaz, A. y Araque-Marín, P. (2020). Nanopartículas de plata funcionalizadas in situ con D-limoneno: efecto en la actividad antibacteriana. *Revista ION*, 33(1), 79-92. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342065400008>
- Feijo, C. (2018). *Reducción de microorganismos del agua en la zona rural de la Esperanza Alta – Huaral utilizando nanopartículas de plata sintetizadas con Rosmarinus officinalis aplicando química verde*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18685>
- Gianoli, A., Hung, A. y Shiva, C. (2018). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. *Salud tecnol. Vet*, 2, 62-71. <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/view/3460>
- Gutiérrez, C. (2020). Las nanopartículas: pequeñas estructuras con gran potencial, ¿por qué el interés en estos materiales?, ¿qué aplicaciones tiene? *El ININ hoy*, 24-29. <https://silo.tips/download/las-nanoparticulas-pequeas-estructuras-con-gran-potencial#>
- Hernández, M. (2013). *Síntesis de nanopartículas de plata biológicamente asistida con Opuntia SP. y su incorporación en membranas poliméricas nanofibrosas*. [Tesis de maestría en Tecnología en Polímeros, Centro de Investigación en Química Aplicada, México]. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/64>
- Herrera, C. y Terrones, A. (2015). *Calidad del agua en la cuenca baja del Río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio UNAC. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/1480>

- Isch, E. (2011). Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla. *Foro Nacional de los Recursos Hídricos*. <https://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf>
- Larrea-Murrell, J. A.; Rojas- Badía, M. M.; Romeu-Álvarez, B.; Rojas-Hernández, N. M. y Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 44 (3). <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Lin, Y.-P., Chang, T.-K., Ventilador, C., Antonio, J., Petway, J., Lien, W., Liang, C. y Ho, Y. (2017). Applications of Information and Communication Technology for Improvements of Water and Soil Monitoring and Assessments in Agricultural Areas— A Case Study in the Taoyuan Irrigation District. *Environments*, 4(6), pp. 1-12. <https://doi.org/10.3390/environments4010006>
- Marín, R. (2010). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas.
- Mateo-Sagasta, J., Marjani, S. y Turrall. H. (2017). *Water pollution from agriculture: a global review*. The Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) and The International Water Management Institute on behalf of the Water Land and Ecosystems research program (IWMI). <https://www.fao.org/3/i7754e/i7754e.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (04 de mayo de 2014). Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Ecuador: Registro Oficial
- Mohammed, M. (2019). Disinfection of El Gharbia drain from pathogenic bacteria using chitosan–silver nanoparticles. *International Journal of Environmental Science and Technology* 16, 8267–8282. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13762-019-02359-7.pdf>

- Muñoz H., Armienta A., Vera A. y Cenicerros, N. (2004). Nitrato en el agua subterránea del valle de Huamantla, Tlaxcala. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 20, 91-97.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2014). España y la Organización mundial de la salud en tiempos de Palanca: una evaluación provisional.
- Oves, M., Aslam, M., Rauf, M. A., Qayyum, S., Qari, H. A., Khan, M. S., ... & Ismail, I. M. (2018). Antimicrobial and anticancer activities of silver nanoparticles synthesized from the root hair extract of *Phoenix dactylifera*. *Materials Science and Engineering: C*, 89, 429-443.
- Palomino, J. y Zapata, E. (2018). *Sistema de riego por goteo para racionalizar el uso del agua en el cultivo de palta en la localidad de Santa Rosa de Quives - Canta, año 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21274>
- Ramírez, C. (2017). *Aplicación de las nanopartículas de plata para la disminución de coliformes totales presentes en las aguas residuales Trapiche -Carabayllo 2018*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43160>
- Rodríguez-Chang, S; Ramírez-Mora, T.; Valle-Bourrouet; Rojas- Campos, N; Chavarría-Bolaño, D; Montero-Aguilar, M. (2016). Antibacterial Efficacy of a Dispersion of Silver Nanoparticles in Citrate Medium for the Treatment of *E. faecalis*: In Vitro Study. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 18(2),99-107. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499555370010>

- Salumina, O. (2018). *Eficiencia del tratamiento de nanopartículas de plata sintetizado con alcanfor (cinnamomum camphora) para reducir coliformes totales en suelo agrícola, Chuquitanta-Lima, 2018*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18729>
- Samuel, M. S., Jose, S., Selvarajan, E., Mathimani, T., & Pugazhendhi, A. (2020). Biosynthesized silver nanoparticles using *Bacillus amyloliquefaciens*; Application for cytotoxicity effect on A549 cell line and photocatalytic degradation of p-nitrophenol. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 202, 111642.
- Saravanan, M., Barik, S. K., MubarakAli, D., Prakash, P., & Pugazhendhi, A. (2018). Synthesis of silver nanoparticles from *Bacillus brevis* (NCIM 2533) and their antibacterial activity against pathogenic bacteria. *Microbial pathogenesis*, 116, 221-226.
- Stankic, S., Suman, S., Haque, F. y Vidic, J. (2016). Pure and multi metal oxide nanoparticles: synthesis, antibacterial and cytotoxic properties. *Journal of Nanobiotechnology*, 14(73), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s12951-016-0225-6>
- SUNASS “Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento”. (2016). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. (2da ed.). Asociación Gráfica Educativa. <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
- Talavera, M., Zea, I., Vera, C., Zea, J., Benavente, J. (2018). Aplicación del nanocomposito arcilla-carboximetilquitosano nanopartículas de plata en filtros para tratamiento de aguas de consumo de zonas rurales de Camaná, Arequipa. *Revista de Sociedad Química Perú*, 84(4), 499-512. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n4/a10v84n4.pdf>
- Varanda, L., Souza, C., Moraes, D., Neves, H., Souza, J., Silva, M., Bini, R., Albers, R., Silva, T. y Beck, W. (2019). Size and shape-controlled nanomaterials based on modified

polyol and thermal decomposition approaches. A brief review. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(4), 1-32. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201920181180>

Ventocilla, A. (2022). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua para riego agrícola, contaminada por la minería informal distrito de Sayapullo – La Libertad 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC.

[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2534/1/T026\\_70775601\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2534/1/T026_70775601_T.pdf)

Yin, I. X., Zhang, J., Zhao, I. S., Mei, M. L., Li, Q., & Chu, C. H. (2020). The antibacterial mechanism of silver nanoparticles and its application in dentistry. *International journal of nanomedicine*, 15, 2555.

Yu-Pin, L., Hussnain, M., Kuan-Ting, H., Joy, P., Chiao-Ming, L., Cheng-Fu, C. y Shih-Wei, L. (2020). Real-Time Identification of Irrigation Water Pollution Sources and Pathways with a Wireless Sensor Network and Blockchain Framework. *Sensors*, 20(3634), pp. 1-24. <https://doi.org/10.3390/s20133634>

## **ANEXOS**

## 8.1. Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Efecto de nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío, sector El Olivar-Santa Rosa de Quives 2022.					
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Variable independiente: Nanopartículas de plata</b>	Características físicas	<b>Tipo: Aplicado</b> <b>Nivel:</b> Explicativo  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Métodos:</b> Estadístico y científico  <b>Diseño:</b> Experimental
¿Cuál es el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022?	Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.	Las nanopartículas de plata reducen la actividad microbiológica de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.		Características Químicas	
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>		Poder inhibitorio de microorganismos	
¿Cómo afecta las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022?	Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes totales de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.	Las nanopartículas de plata reducen actividad microbiológica con coliformes totales de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.	<b>Variable dependiente: Actividad microbiológica</b>	Coliformes totales	<b>Población y muestra:</b> Muestras de agua al inicio y al final del regadío.  <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Fichas de laboratorio, fichas técnicas, muestreo y monitoreo
¿Cómo afecta las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes termotolerantes de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022?	Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con coliformes termotolerantes de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.	Las nanopartículas de plata reducen la actividad microbiológica con coliformes termotolerantes de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.		Coliformes termotolerantes	
¿Cómo afecta las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con Escherichia coli de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022?	Determinar el efecto de las nanopartículas de plata en la actividad microbiológica con Escherichia coli de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.	Las nanopartículas de plata reducen la actividad microbiológica con Escherichia coli de aguas contaminadas usadas para regadío en el Sector El Olivar-Santa Rosa de Quives, 2022.		Escherichia coli	

8.2. Anexo 2. Cadena de custodia para los parámetros del agua

- Reporte de campo  
- Checklist equipos

GreenLab Perú		CADENA DE CUSTODIA DE AGUAS				N°: 2211-276	OS: 2211-71	Código: F-PR-01-4																			
DATOS PARA LA EMISIÓN DEL INFORME FINAL		Contacto:	Ubicación:		Versión: 03			Inicio de vigencia: 01-09-2022																			
Cliente: Mary Stephany Payera Borda		Teléfono: 940004135	Distrito: Sta Rosa de Quives		Pág.:			Plan de Muestreo:																			
Dirección: C.P. El Olivar		Provincia: Canta		Muestreado por			GREENLAB <input checked="" type="checkbox"/> CLIENTE <input type="checkbox"/>																				
Proyecto: Estudios de Nanopartículas de Plata en la Actividad Microbiológica de aguas usadas para riego en el sector El Olivar		Departamento: Lima		Razón social:																							
Dirección:		Teléfono:		Equipos utilizados:																							
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FILTRO (Marcar con X)				MUESTRA										Análisis requeridos		Análisis de campo		Coordenadas UTM		Observaciones					
		ACIDIFICADO	ESTERILIZADO	REFRIGERADO	TEMPERATURA AMBIENTAL	PH	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH	EDTA/COL/2p	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	DSS	DRO	Elvri	Método	TDS	TSS	ST	Coliformo total	Coliformo fecal	Temperatura		PH	T°	O <sub>2</sub>	Conductiv	Zona:
2211-276-1	Rto N° 01											/	/	/	/	/	/	/	/	/	8.4	8.05	24.6	7.92	244	E: 284522	
SERVACIONES GENERALES																											
ANALISTA DE CAMPO		FIRMA:	(*) TIPO DE MATRIZ				CONDICIONES DE RECEPCIÓN (SI/NO)				FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS				DISPOSICIONES												
Noider Vasquez		NVF	Agua Natural	Agua para consumo	Agua de Proceso	Envases adecuados y en buen estado	SI	NO	Fecha de Recepción: 29-11-22	5°C																	
ANALISTA DE CAMPO		FIRMA:	AS: Agua Superficial	AB: Agua de bebida	AE: Agua de enfriamiento	Preservantes adecuados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mora de Recepción: 14:00 hrs																		
CLIENTE		FIRMA:	API: Agua de piscina	AC: Agua de calderas	AL: Agua de lavación	con Ice Pack	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recibido por: K. G. E																		
Mary Payera			AM: Agua de manantial	AA: Agua de lluvia artificial	AP: Agua purificada	Dentro del tiempo de vida útil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Firma:																		
			AT: Agua termal	ASAL: Agua Salina	Control de calidad																						
			ARD: Agua Residual Doméstica	AMAR: Agua de mar	BKC: Blanco de campo																						
			ARI: Agua Residual Industrial	AREY: Agua de Reinyección	BEV: Bianco Viajero																						
			ARM: Agua Residual Municipal	ASAL: Agua Salobre	DUP: Duplicado																						

Nota. Cadena de custodia otorgado por el laboratorio GreenLab para el recojo de datos de los parámetros de agua

8.3. Anexo 3. Cadena de custodia para los parámetros del agua

**ENVIROTEST**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD

### CADENA DE CUSTODIA

Agua  M.S.  C.A.  S.O.  Eml.  Otro  I.E. N°(s): 229140 Pág. 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE							Ola	Vál. / Presentación	Paq. / Envase	P. E.				
<b>ENVIAR INFORME DE ENSAYO A</b> RAZÓN SOCIAL: <u>MARY STEPHANY PEREYRA BORDA</u> DIRECCIÓN: <u>C.P. EL OLIVAR - SANTA ROSA DE QUIVES - CANTO - LIMA</u> TELÉFONO: <u>940004135</u> E-MAIL: _____ CONTACTO: _____ PLAN DE MUESTREO N°: _____ COTIZACIÓN N°: <u>4841 - 22</u> OTRA REFERENCIA: <u>OS 2211-71</u>														
DATOS DEL CLIENTE							Número de frascos por punto de muestreo	ANÁLISIS REQUERIDOS						
RAZÓN SOCIAL: <u>GREENLAB PERU SAC</u> RUC: <u>20530487200</u> DIRECCIÓN: <u>CALLE SANTA ANGÉLICA #285 - SMP.</u> NOMBRE DEL PROYECTO: <u>EFFECTOS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUA USADA PARA REGADÍO, SECTOR EL OLIVAR SANTA ROSA DE QUIVES 2022</u> PROCEDENCIA: _____								<u>DB05</u>	<u>E. coli</u>	<u>Coli-formas totales</u>	<u>Coli-formas fecales</u>			
N° de muestra	Código de Cliente	Fecha (d-m-a)	Hora (24:00)	Producto (m)	Tipo de Producto (n)	Ubicación UTM	Indicar con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra							
	<u>PTO N° 01</u>	<u>29-11-22</u>	<u>12:12</u>	<u>AS</u>	<u>AS</u>	<u>E: 284522 N: 8701524</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

**ENVIROTEST S.A.C.**  
30 NOV 2022  
**RECIBIDO**  
 LA RECEPCIÓN NO IMPLICA RESPONSABILIDAD

(a) Información llenada por Recepción de Muestras. (b) MATRIZ Ó PRODUCTO: Salud Ocupacional (S.O.) [Respirables (Resp.), Inhalables (Inha.), Polvos (Polv.), PVC, MCE] Calidad de Aire (C.A.) [PM-10, PM-2.5 (IVLV), PTS, Sol, Cap], Otros  
 Agua (A.) [Agua Natural (A.N.): A. Subterránea; A. de Manantial; A. Termal; A. Superficial; Río, Laguna/lago, A. de Deposition Atmosférica (lluvia o pluvial), Agua Residual (A.R.): A.R. Doméstica, A.R. Industrial, A.R. Municipal, Agua de Uso y Consumo Humano (A.U.H.): A. de cocina; A. de bebida (A. Potable/A. Envasada/A. de mesa), A. de laguna artificial, Agua Balnea (A.S.): A. de Mar, A. Salobres, Salmuera, Agua de Proceso (A.P.): A. de Inyección y Reinyección, A. de Circulación o Enfriamiento, A. de Alimentación para Calderas, A. de Calderas, A. de Lixiviación; A. Purificada], Emisiones (Eml.) [Partículas Inoc. - SO], Muestra Sólida (M.S.) [Suelo (Sue.), Lodo (Lod.), Sedimento (Sed.)]

MUESTREO REALIZADO POR		PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO		INFORMACIÓN DEL MUESTREO		OBSERVACIONES		SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE	
Empresa:	<u>GREENLAB PERU SAC</u>			CODIGO DE EQUIPOS UTILIZADOS:				Nombre:	<u>MARY PEREYRA</u>
Responsable:	<u>NOLDER VASQUEZ</u>							Cargo:	<u>Mary</u>
Firma:	<u>[Firma]</u>							Firma:	<u>[Firma]</u>
Entregado por:	<u>Juan Ramirez</u>			LABORATORIO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS				Nombre:	<u>[Firma]</u>
Fecha (d-m-a):	<u>30/11/22</u>			Recibido por:	<u>[Firma]</u>	Fecha (d-m-a):	<u>30-11-22</u>	Hora (24:00):	<u>11:30</u>
Firma:	<u>[Firma]</u>					Origen de los envases de las muestras:		Condición de la Muestra:	<u>Buenas Condiciones</u>

Envirotest S.A.C. - RUC: 20530487200 - Calle B Mz C lote 40 Urb Panamericana-Lima 31 - Perú. Central Telefónica (511) 522-3758 / 533-1828. E-mail: info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

Nota. Cadena de custodia otorgado por el laboratorio Envirotest para el recojo de datos de los parámetros de agua

## 8.4. Anexo 4. Certificado del análisis inicial de los parámetros del agua



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



Registro N° LE-056

### INFORME DE ENSAYO N° 229140 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **MARY STHEPHANY PEREYRA BORDA**  
 Domicilio Legal : C.P. El Olivar - Santa Rosa de Quives - Canta - Lima  
 Solicitado por : GREENLAB PERU SAC.  
 Referencia : Cotización N°4841-22  
 Proyecto : EFECTOS DE NANOPARTICULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUA  
 USADAS PARA REGADÍO, SECTOR EL OLIVAR SANTA ROSA DE QUIVES 2022  
 Procedencia : RESERVADO POR EL CLIENTE  
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Producto : Agua Natural  
 Fecha de Recepción : 30/11/2022  
 Fecha de Ensayo : 30/11/2022 al 08/12/2022  
 Fecha de Emisión : 21/12/2022

#### I. Resultados

Código de Laboratorio	229140-01		
Código del Cliente	PTO N°01		
Fecha de Muestreo	29/11/2022		
Hora de Muestreo (h)	12:12		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:284522 N:8701524		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.
Laboratorio Físico Químico			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg BOD5/L	0,5	2,0
Resultados			
18,5			

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<=": Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.

#### II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

#### III. Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Quím. Rocio Marcelo Ch.  
 Supervisor de Laboratorio  
 Inorgánico  
 C.Q.P. 1415

Lizeth Huete Bazalar  
 Supervisor de Laboratorio  
 Físicoquímico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: [info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe)

**\*\*FIN DEL INFORME\*\***

Calle B. Mz C lote 40 Urb. Panamericana - Lima 31 - Perú, Central Telefónica (511) 522-3758 / 523-1828 980-525856  
[info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe) / [www.envirotest.com.pe](http://www.envirotest.com.pe)

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

Página 1 de 1

## 8.5. Anexo 5. Certificado del análisis inicial de los parámetros del agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° I.E. - 132



### INFORME DE ENSAYO

N° 2211-276

RAZON SOCIAL : MARY STEPHANY PEREYRA BORDA  
DIRECCIÓN : C.P. EL OLIVAR  
SOLICITADO POR : NO INDICA  
ORDEN DE SERVICIO : OS 2211-71  
PROYECTO : EFECTOS DE NANOPARTICULAS DE PLATA EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS USADAS PARA REGADÍO EN EL SECTOR EL OLIVAR  
PROCEDENCIA : STA. ROSA DE QUIVES - CANTA - LIMA  
MUESTREADO POR : GREENLAB PERÚ S.A.C.  
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1  
PRODUCTO : AGUA  
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : PO-01  
PLAN DE MONITOREO : PM 2211-71  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-11-29  
PERIODO DE ENSAYO : Del 2022-11-29 al 2022-12-05  
FECHA DE EMISIÓN : 2022-12-19

Gracias por utilizar los servicios de GREENLAB PERÚ S.A.C. Póngase en contacto con el Ejecutivo de Ventas, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenezcan a este informe.

Informe Autorizado por



**Karin Loayza O.**  
**Jefe de Laboratorio**

**Walter Simón E.**  
**Jefe de Calidad**

**C.I.P. N° 185715**

#### NOTA:

Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERÚ S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados validos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERÚ S.A.C. **deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministrados por el mismo, los resultados se aplican a la muestras como se reciben.**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 132



## INFORME DE ENSAYO

N° 2211-276

### RESULTADOS DE ANALISIS

Código del Laboratorio	:	2211-276-1
Descripción de la muestra	:	PTO N° 01
Fecha muestreo	:	2022-11-29
Hora muestreo	:	12:12 p. m.
Categoría	:	Agua Natural
Sub categoría	:	Agua Superficial
Fecha de Recepción	:	2022-11-29
Hora de Recepción	:	2:00 p. m.
Coordenadas (WGS-84)	:	E:0284522 N:8701524

Parámetros	Unidades	Fecha de Análisis	L.C.M.	Resultado
<b>Análisis de Campo</b>				
PH	pH	2022-11-29	0,01	<b>8,05</b>
TEMPERATURA	°C	2022-11-29	0,1	<b>24,6</b>
OXÍGENO DISUELTO	mg/l.	2022-11-29	0,03	<b>7,92</b>
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	2022-11-29	0,05	<b>844,00</b>
TURBIDEZ	NTU	2022-11-29	0,2	<b>834,0</b>
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>				
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l.	2022-12-02	5,0	<b>&lt; 5,0</b>
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	2022-12-01	3,0	<b>8,5</b>
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	mg/l.	2022-12-01	3,0	<b>5,5</b>
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l.	2022-12-01	3,0	<b>3,0</b>

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
L.C.M Límite de cuantificación del Método

**NOTA:**

Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERÚ S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percibibilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. **GREENLAB PERU S.A.C. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a la muestras como se reciben.**

## 8.6. Anexo 6. Fotografías

**Figura 12.** Toma de muestras en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives



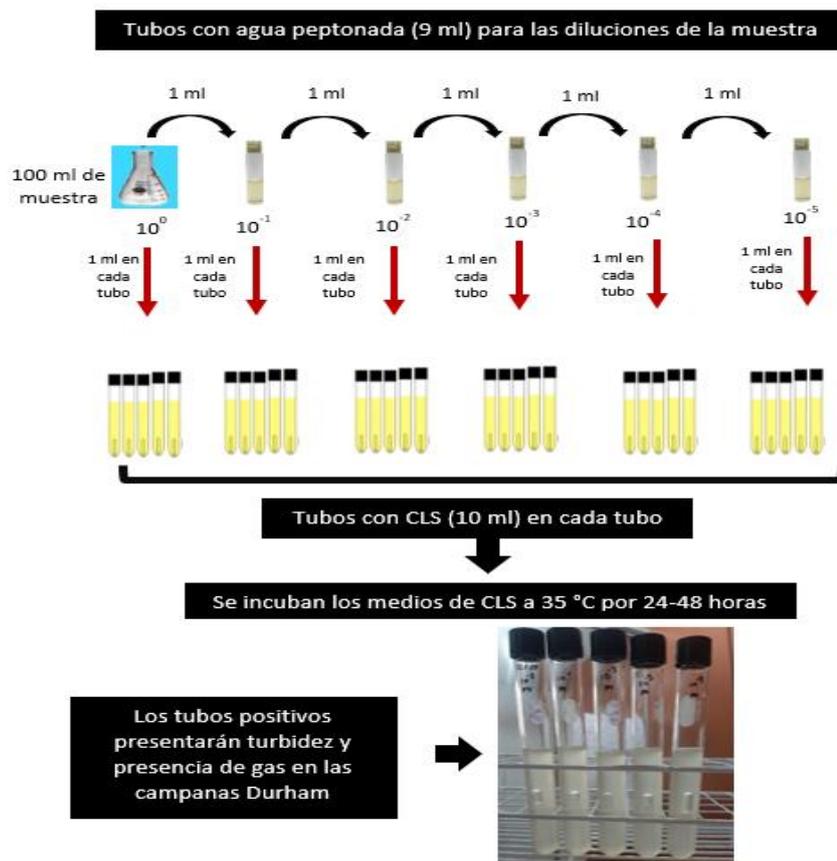
**Figura 13.** Medida con el multiparámetro de parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives.



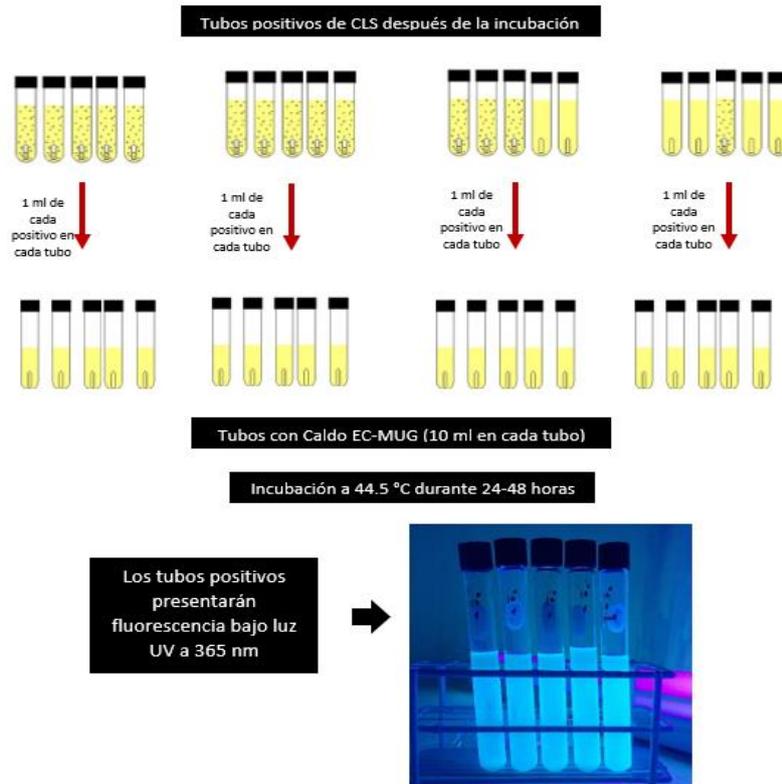
**Figura 14.** Colecta de la muestra de agua en el canal de regadío del Sector del Olivar, Santa Rosa de Quives.



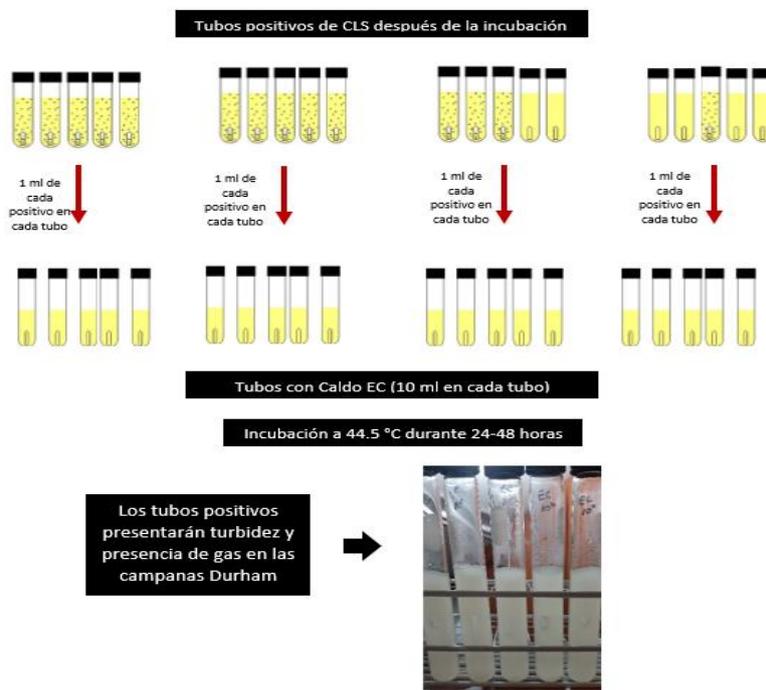
**Figura 15.** Metodología para la fase presuntiva con caldo lauril sulfato para coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*.



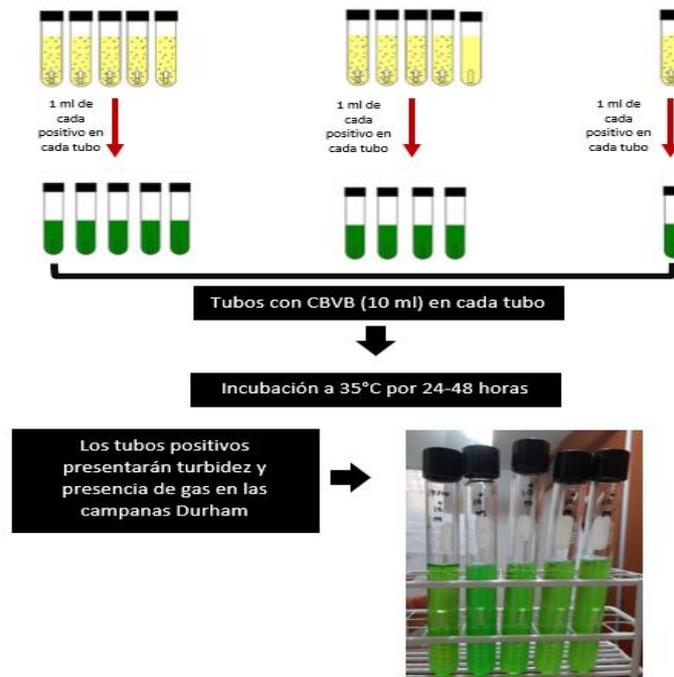
**Figura 16.** Metodología para la fase confirmativa con caldo EC-Mug para *E. coli*.



**Figura 17.** Metodología para la fase confirmativa con caldo EC para coliformes termotolerantes.



**Figura 18.** Metodología para la fase confirmativa con caldo Verde Brillante para coliformes totales.



**Figura 19.** Nanopartículas de plata en estado coloidal diluidas en tubos con concentraciones 15,6 ppm, 31,25 ppm y 62,5 ppm

