



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Identificación de bacterias patógenas en agua de regadío usadas en
lavado de vehículos menores, Huacho – Perú**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores

Marhyuri Alexandra Espinoza Colla
Joao Itamar Dante Merino Rocio

Asesor

Dr. Fredesvindo Fernandez Herrera

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DE AUTOR(ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Marhyuri Alexandra Espinoza Colla	75284848	18/06/2026
Joao Itamar Dante Merino Rocio	70260563	18/06/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Fredesvindo Fernandez Herrera	40588728	https://orcid.org/0000-0003-2973-7973
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS - PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Segundo Rolando Alvites Vigo	26620605	https://orcid.org/0000-0002-6243-079X
Mg. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	https://orcid.org/0000-0002-6770-8615
Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	https://orcid.org/0000-0002-4204-7320

2026-013488 ESPINOZA COLLA MARHYURI ALEXAN...

Identificación de bacterias patógenas en agua de regadío usadas en lavado de vehículos menores, Huacho – Perú

UI-FIAIAYA PREGRADO 2026
Unidad de Investigación FIAIAYA-2026
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3491077658

Fecha de entrega

25 feb 2026, 11:20 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

25 feb 2026, 11:27 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_MERINO_ROCIO_Y_ESPINOZA_COLLA_-MODIFICADO_OK.pdf

Tamaño del archivo

1.3 MB

43 páginas

9503 palabras

57.710 caracteres



Página 2 de 49 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3491077658

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

19% Fuentes de Internet
7% Publicaciones
10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por concedernos la vida, la fortaleza y la oportunidad de alcanzar este momento tan significativo en nuestra formación profesional.

A nuestros padres, por ofrecernos siempre su apoyo y su amor incondicional desde el inicio de nuestra carrera universitaria, por ser nuestro soporte y no dejarnos flaquear en el camino, sin ustedes no hubiéramos podido llegar hasta estas instancias.

A nuestros hermanos, quienes siempre han estado junto a nosotros, gracias por su constante motivación, hoy somos mejor persona y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en el cumplimiento de cada una de nuestras metas.

Marhyuri Alexandra Espinoza Colla

Joao Itamar Dante Merino Rocío

AGRADECIMIENTO

Agradecer principalmente a nuestro asesor, al Dr. Fredesvindo Fernández Herrera, cuya experiencia, saber y destrezas ayudaron a que este proyecto tuviera éxito.

Finalmente, agradezco a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por formarnos como buenos estudiantes y profesionales en todo este tiempo.

Gracias a todos los que contribuyeron con su granito de arena en realizar esta tesis y así crecer profesionalmente, y sobre todo por permitirnos aportar a la ciencia en mi país.

Marhyuri Alexandra Espinoza Colla

Joao Itamar Dante Merino Rocío

ÍNDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación de la investigación.....	2
1.5 Delimitación del estudio.....	3
1.5.1 Delimitación Espacial.....	3
1.5.2 Delimitación Temporal.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Investigaciones internacionales	4
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	6
2.2 Bases teóricas	8

2.2.1 Agua	8
2.2.2 Agua de riego	9
2.2.3 Contaminación de agua de riego.....	9
2.2.4 Microorganismos indicadores de calidad del agua y patógenos.....	10
2.2.5 Pseudomonas sp.....	10
2.2.6 Técnicas de análisis microbiano en aguas	11
2.2.6.1 Método de número más probable (NMP)	11
2.2.7 Marco Legal.....	12
2.3. Definición de términos básicos	13
2.4 Hipótesis de investigación.....	14
2.4.1 Hipótesis general	14
2.4.2 Hipótesis específicas.....	14
2.4.3 Operacionalización de las variables.....	14
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	15
3.1 Diseño metodológico.....	15
3.1.1 Ubicación.....	15
3.2 Población y muestra	15
3.2.1 Población	15
3.2.2 Muestra	16
3.3 Técnicas de recolección de datos	16
3.3.1 Obtención de las muestras	16
3.3.2 Conservación y Transporte de la muestra.....	17
3.3.3 Pre-enriquecimiento de las bacterias	17
3.3.4 Aislamiento de bacterias patógenas.....	17
3.3.5 Selección de placas e interpretación	17
3.3.6 Coloración de Gram.....	17
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.....	18

CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	19
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	22
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
6.1 Conclusiones	23
6.2 Recomendaciones	23
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	24
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables del estudio.....	14
Tabla 2. Ficha de recolección de datos.	16
Tabla 3. Áreas muestreadas en el estudio.	19
Tabla 4. Resultados obtenidos del muestreo del canal de regadío.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa del canal de regadío del área de estudio -Huacho	3
<i>Figura 2.</i> Recolección de las muestras del canal de regadío	19
<i>Figura 3.</i> Cepas en medio de cultivo para el pre enriquecimiento de las bacterias.....	19
<i>Figura 4.</i> Placa con Agar Cetrimide con crecimiento de <i>Pseudomonas sp.</i>	20
<i>Figura 5.</i> Tinción Gram donde se aprecia las bacterias Gram negativas	20
<i>Figura 6.</i> Gráfico de los resultados de bacterias del canal de regadío	21
<i>Figura 7.</i> Recolección de muestras de canal de regadío de la calla Baltazar la Rosa	29
<i>Figura 8.</i> Muestras listas para su transporte en recipiente hermético.....	29
<i>Figura 9.</i> Pruebas bioquímicas realizadas a las muestras de <i>Salmonella sp.</i>	30
<i>Figura 10.</i> Interpretación de resultados de las muestras sembradas de <i>Salmonella sp.</i>	30
<i>Figura 11.</i> Puntos de muestreo de agua en el canal de regadío – Huacho.....	31

RESUMEN

La calidad del agua constituye un aspecto fundamental para los diversos usos definidos en el territorio nacional. El nivel de contaminación hídrica cambia en intensidad a lo largo de su recorrido y está condicionado por las actividades humanas y productivas predominantes en cada zona. **Objetivo:** Identificar bacterias patógenas en agua de regadío que son usadas en el lavado de vehículos menores, Huacho- Perú. **Metodología:** Las muestras de agua fueron recolectadas en frascos estériles, se colocaron en un contenedor isotérmico para asegurar la vida útil de la muestra. El pre- enriquecimiento de las bacterias se realizó a partir de medios de cultivo caldo nutritivo. Se incubó a 37° C durante 24 horas. El aislamiento de *Pseudomonas sp.* del medio líquido se colocó en placas con agar Cetrimide, las cuales fueron incubadas durante 24 horas a una temperatura de 37°C. Para identificar la forma de la bacteria, se llevó a cabo una coloración de Gram y se examinó bajo un microscopio óptico a 100X con aceite de inmersión tras incubar durante 24 horas. **Resultados:** Los hallazgos de esta investigación indican que, de las seis áreas en las cuales se tomaron muestras de agua, se encontró en tres de los puntos la presencia de *Pseudomonas sp.*, los cuales corresponden a la zona número 4, 5 y 6; presencia de *Salmonella sp.* en ninguno de los muestreos. **Conclusión:** Los descubrimientos de esta investigación muestran que existe *Pseudomonas sp.* en el canal de riego de la Av. Baltazar la Rosa que es abastecido de los principales cuerpos de agua que descargan en la misma.

Palabras clave: *Pseudomonas sp.*, *Salmonella sp.*, aislamiento, pre-enriquecimiento y coloración Gram.

ABSTRACT

Water quality is a fundamental aspect for the various uses defined in the national territory. The level of water pollution changes in intensity along its course and is conditioned by the predominant human and productive activities in each area. **Objective:** To identify pathogenic bacteria in irrigation water used for washing small vehicles in Huacho, Peru. **Methodology:** Water samples were collected in sterile bottles and placed in an insulated container to ensure sample preservation. Bacterial pre-enrichment was performed using nutrient broth culture media. The samples were incubated at 37°C for 24 hours. *Pseudomonas sp.* isolates from the liquid medium were placed on cetrimide agar plates, which were incubated for 24 hours at 37°C. To identify the bacterial form, Gram staining was performed, and the samples were examined under a 100X optical microscope with immersion oil after incubation for 24 hours. **Results:** The findings of this investigation indicate that, of the six areas where water samples were taken, *Pseudomonas sp.* was found in three of the sampling points, corresponding to zones 4, 5, and 6; *Salmonella sp.* was not found in any of the samples. **Conclusion:** The findings of this investigation show that *Pseudomonas sp.* is present in the irrigation canal on Baltazar la Rosa Avenue, which is supplied by the main bodies of water that discharge into it.

Keywords: *Pseudomonas sp.*, *Salmonella sp.*, isolation, pre-enrichment, Gram staining.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es un elemento clave para las diversas aplicaciones en el territorio nacional, pues afecta de manera directa tanto a la salud pública como al equilibrio medioambiental. Las aguas superficiales que se emplean para el riego pueden estar contaminadas microbiológicamente por descargas de los hogares, actividades de la agricultura y vertimientos incontrolados, lo que propicia la existencia de bacterias patógenas. Diversas investigaciones han evidenciado la presencia de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y otras bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas de riego, registrándose en algunos casos valores que superan los estándares ambientales establecidos (Alvino, 2019; Carreño, 2021).

En el ámbito internacional, estudios realizados en ríos y canales de regadío han identificado bacterias como *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*, evidenciando que estos cuerpos de agua pueden constituirse en fuentes potenciales de agentes infecciosos (Nogales & Vela, 2019; Vásquez, 2024). Asimismo, investigaciones desarrolladas en el contexto nacional han corroborado la contaminación microbiológica en fuentes de agua utilizadas para procesos productivos, lo que evidencia la necesidad de llevar a cabo monitoreos específicos y constantes de acuerdo al uso del recurso (Costa, 2021).

En Huacho, el canal de regadío situado en las proximidades de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión es utilizado informalmente para el lavado de vehículos menores. Esta actividad se realiza sin contar con un análisis previo de la calidad microbiológica del agua, situación que podría implicar un riesgo sanitario tanto para quienes desarrollan dicha actividad como para la población que circula por el área. La eventual presencia de bacterias patógenas en estas aguas podría facilitar su dispersión en el entorno, especialmente en zonas donde se observan prácticas de higiene inadecuadas.

Hasta ahora, no se han hallado investigaciones locales que confirmen la existencia de bacterias patógenas en el agua de esta canal utilizada para lavar vehículos menores en Huacho. Por eso, esta investigación busca detectar bacterias patógenas en el agua del canal de riego que se encuentra cerca de la UNJFSC, a fin de aportar información técnica que contribuya a la prevención de riesgos sanitarios y al manejo adecuado del recurso hídrico en la zona de estudio.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La calidad del agua es uno de los factores más relevantes que se considera para los diversos usos definidos en el país. Preservar y proteger la calidad del agua de las fuentes contaminantes es el objetivo, con vistas a lograr un equilibrio en el ecosistema acuático, que se toma como indicador de la calidad ideal del recurso. Esto tiene ventajas para el medio ambiente y la salud pública (ANA, 2016).

La contaminación del agua es más intensa en algunas áreas que en otras, y depende de las actividades humanas y productivas que predominan en cada región. Es relevante tener en cuenta que la calidad del agua puede presentar diversos niveles de concentración de contaminantes, dependiendo del uso para el cual haya sido destinada. Los canales por los que estos cuerpos de agua circulan son las principales vías de contaminación fluvial, desde su origen hasta el momento en que llegan al mar (Carreño, 2021).

Los contaminantes del agua son diversos microorganismos, que pueden ser patógenos o no. Se les llama patógenos a los coliformes totales y fecales, ya que provocan enfermedades más frecuentes que se propagan por el agua, como la gastroenteritis (Quispe, 2017).

Las bacterias patógenas generan infecciones en los humanos. Estos microorganismos entran a través de la boca, a través de alimentos y bebidas contaminadas. Pueden provocar enfermedades como fiebre entérica, bacteriemia, enterocolitis y otros trastornos similares. (Arce et al. 2019).

Estas bacterias pueden sobrevivir un tiempo determinado en las superficies, lo que puede provocar que se contamine a los individuos que toquen esas áreas contaminadas y no cuenten con una buena higiene.

El agua del canal de regadío que se encuentra junto a la Universidad José Faustino Sánchez Carrión es utilizada para lavar vehículos menores. Lo que se determinó en esta investigación fue identificar la cantidad de bacterias contaminantes y patógenas que pueden hallarse en estas zonas y potencialmente transmitirse a los usuarios de esos vehículos, así como a sus pasajeros.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Se puede identificar bacterias patógenas en agua de regadío de la UNJFSC que son usadas en el lavado de vehículos menores, Huacho-Perú?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Se podrá aislar bacterias patógenas que se encuentran en aguas de regadío?
- ¿Se logrará identificar bacterias patógenas que se encuentran en aguas de regadío?
- ¿Podremos realizar un recuento de las bacterias patógenas que se encuentren en las aguas de regadío de la UNJFSC?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Identificar bacterias patógenas en agua de regadío que son usadas en el lavado de vehículos menores, Huacho-Perú

1.3.2 Objetivos específicos

- Aislar bacterias patógenas que se encuentran en aguas de regadío
- Identificar bacterias patógenas que se encuentran en aguas de regadío
- Realizar un recuento de las bacterias patógenas que se encuentren en las aguas de regadío de la UNJFSC

1.4 Justificación de la investigación

La investigación es justificada por el punto de vista ambiental y social, dado que hasta el momento no se ha desarrollado un estudio que evalúe la calidad del agua en los canales de riego empleados para lavar vehículos menores (moto taxis) que están situados cerca de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en la ciudad de Huacho. Este estudio muestra la existencia de microorganismos patógenos que quedan como residuos después del lavado con estas aguas, lo cual afecta de manera negativa a los niños y a las personas en situación de vulnerabilidad, sumado a la mala higiene que muestra la población.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación Espacial

El estudio se realizará en el canal de regadío ubicada a un lado de la universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, provincia de Huaura, Departamento de Lima. Presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 11°07'24.4"Sur

Longitud: 77°36'30.5"Oeste

Altitud: 30 msnm.

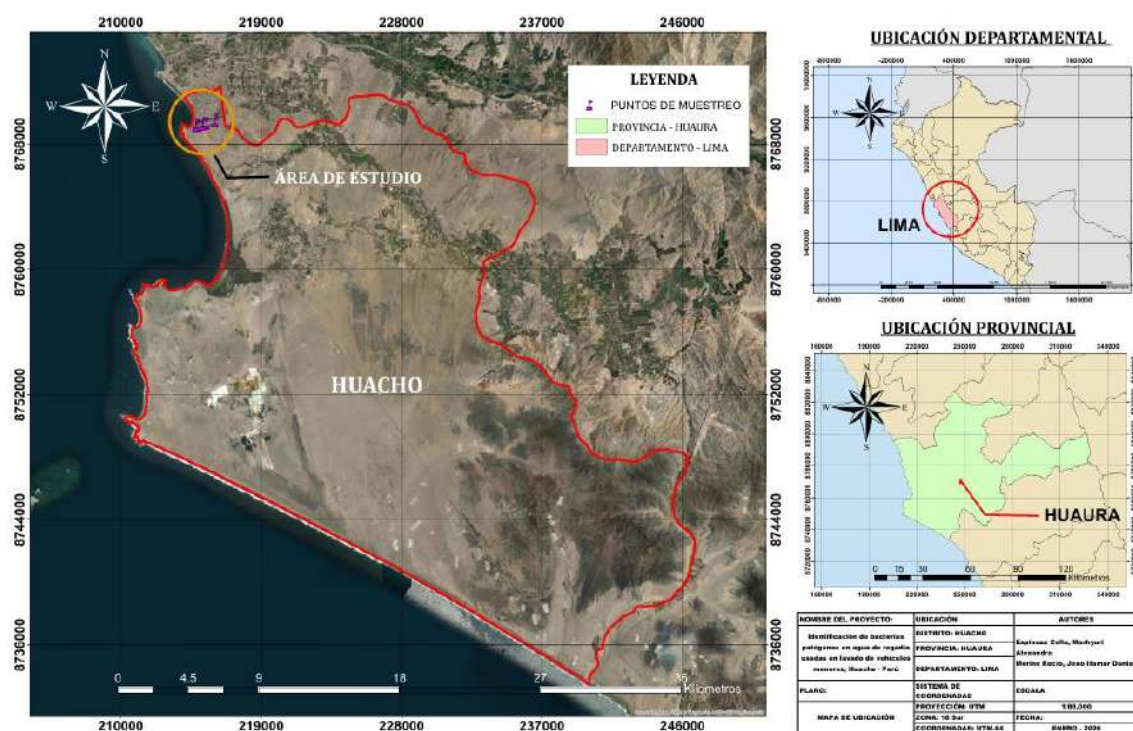


Figura 1. Mapa del canal de regadío del área de estudio -Huacho

1.5.2 Delimitación Temporal

El proyecto se desarrolló durante cuatro meses, comprendido entre abril y agosto del año 2023.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Vásquez (2024). En su investigación sobre aislamiento e identificación de patógenos presentes en agua residual en el Río Nexapa” en México, se destaca la importancia de este cuerpo de agua vinculada a varias actividades económicas, especialmente la agricultura. En este contexto, se realizó tres muestreos en siete puntos de la ribera del río, lo que posibilitó el análisis de parámetros físicoquímicos (como pH, temperatura, conductividad, DBO y OD) y la determinación de los niveles de contaminación por bacterias. Se utilizaron los medios de cultivo EMB, TCBS y Agar SS para identificar bacterias patógenas como *Shigella*, *Salmonella*, *V. cholerae* y *E. coli*. Además, se realizó la evaluación de algunos aislados con el fin de conocer su perfil de resistencia a antimicrobianos, obteniendo como resultado la existencia de las bacterias siguientes: Los géneros, *E. coli* y *V. cholerae*, *Shigella spp* y *Salmonella spp*, además se detectaron variaciones importantes en el número de microorganismos aislados en el medio TCBS en comparación con el Agar EMB de SS y agar.

Madariaga (2024), cuyo objetivo fue analizar la calidad microbiológica del agua de riego, el suelo y las hortalizas producidas por agricultores pequeños de las localidades de San Nicolás y Boyen Chico, en la zona de Ñuble, Chile. También se analizó su relación con las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA). Durante la campaña agrícola 2023-2024, se examinaron muestras de agua subterránea, tierra y vegetales (acelga, lechuga, cilantro y apio). Se identificaron las enterobacterias, *Escherichia coli*, coliformes fecales y coliformes totales a través del método del Número Más Probable y el recuento en placa. Se hallaron coliformes fecales en todas las matrices, lo que demuestra la necesidad de aplicar Buenas Prácticas Agrícolas para disminuir los riesgos sanitarios, aunque los resultados mostraron que el agua de riego y las hortalizas se ajustan a la normativa chilena.

Bautista (2021), tuvo como objetivo analizar la composición de colonias bacterianas en las aguas del distrito Riego La Ramada, Colombia. Para ello, tomó muestras en duplicado de seis lugares distintos, en canales de riego de La Ramada en dos momentos diferentes para cada sitio, el primero en temporada de lluvia en noviembre de 2020 y el segundo en temporada seca en marzo de 2021. Transporto las muestras las muestras a su laboratorio para realizar una extracción y cuantificación del ADN y secuenciación. Los resultados que ha obtenido han

indicado la existencia de bacterias como *Bacteroides*, *E. coli*, *Salmonella* y *Bifidobacterium*, entre otros *Bacteroidetes*.

Nogales y Vela (2019), realizaron un estudio con el propósito de aislar y determinar bacterias patógenas que se encuentran en el agua del río Guano, ubicado en Ecuador. Se definieron seis puntos de muestreo en el curso del río, en los cuales se efectuaron tres muestreos en cada uno. Se evaluaron variables como la temperatura del agua y del entorno, el pH y la altitud. Se estudiaron las muestras en el laboratorio a través de cultivos en agar Sangre, CLED, McConkey y Salmonella-Shigella. La identificación bacteriana se llevó a cabo usando ensayos bioquímicos y fisiológicos, además, se utilizó el método Kirby-Bauer para evaluar la resistencia antimicrobiana. Las conclusiones mostraron que las bacterias gramnegativas, principalmente de la familia Enterobacteriaceae (80 %) y *Pseudomonas* (20 %), eran predominantes. Se destacó la presencia de especies como *Escherichia coli*, *Citrobacter spp.*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter spp.* y *Pseudomonas aeruginosa*. Se notó resistencia en su mayoría a amoxicilina y tetraciclina, lo que llevó a la conclusión de que el empleo del agua del río Guano para el riego agrícola supone un peligro sanitario al promover la contaminación de productos agrícolas y la propagación de enfermedades.

Cárdenas (2018), Utilizó técnicas moleculares para determinar y calcular la cantidad de bacterias patógenas presentes en las aguas de riego de Barcelona (España), usando indicadores de contaminación fecal y *Legionella*. Para desarrollarlo, hizo lo siguiente: 1. Utilización de técnicas moleculares para identificar las bacterias presentes en el agua, para ese propósito, se implementó la prueba molecular para determinar la técnica de bacterias totales. Se compararon las pruebas de las bacterias con controles o estándares a través del cultivo en placa para su validación. 2. Para la aplicación de técnicas de concentración bacteriana se utilizó el método de floculación orgánica con leche desnatada (SMF), mediante el cual se compararon dos procedimientos distintos de extracción y cuantificación. Investigo la recuperación de células viables y genomas tras el proceso de concentración SMF. 3. Realizo un seguimiento de la calidad del agua de riego que proviene de dos tipos de fuentes: convencionales y no convencionales, lo que permitió analizar aguas de riego proveniente de acuíferos naturales, así como de diversas estaciones de muestreo ubicadas en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) y una Estación de Regeneración de Aguas (ERA).

Moros (2018), Tuvo la finalidad de averiguar si el agua es un foco de contaminación para quienes consumen lechuga (*Lactuca sativa*) en Colombia, evaluando la calidad del agua de

riego y su influencia en este cultivo. Para verificar esto se tomaron muestras de hojas de lechuga y agua de riego del cultivo, las cuales fueron sometidas a pruebas microbiológicas. Estos hallazgos hicieron posible detectar la existencia de coliformes fecales y totales, así como la concentración de microorganismos en el agua de riego (5.5×10^5 UFC/ml) y en la lechuga (2.9×10^5 UFC/ml). Se determinó que el agua evaluada no era adecuada para uso en riego porque las concentraciones sobrepasaban los niveles admitidos. Así, se verificaron los peligros para la salud pública relacionados con el consumo de lechugas contaminadas, con el propósito de comunicar tanto a los productores como a los consumidores.

Gallardo et al. (2017), Su propósito fue examinar la calidad microbiológica del agua de los pozos. Se empleó una técnica aleatoria para la investigación, mediante la que se escogieron 30 viviendas de la aldea Monterrico, 10 de La Curvina, 30 de El Pumpo y 23 de La Avellana. Además, se eligió el pozo en Agua Dulce, Guatemala. Las muestras de agua de los pozos se obtuvieron en frascos estériles que contenían tiosulfato de sodio al 0.1 N, en condiciones asépticas. Posteriormente, fueron trasladadas al laboratorio por medio de una cadena de frío a lo largo de doce horas, donde se examinaron por medio del método COLITAG para señalar la presencia o ausencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. De los 63 pozos estudiados, únicamente 8 cumplieron con la normativa vigente y son aptos para el consumo. Esto puede ser porque la mayor parte de los pozos se hicieron hace más de 10 años y tienen cerca fuentes de contaminación, como las aguas residuales y los criaderos de animales. El método COLITAG tiene un límite de detección de 1 UFC por cada 100 mL y se puede usar para observar la presencia o ausencia de *Escherichia coli* y coliformes totales en las muestras de agua. Asimismo, es efectivo incluso en aguas con cloro, debido a que incluye un sistema que ayuda a reducir las bacterias dañadas por el cloro.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Chuquilin (2022), Su finalidad fue analizar la influencia de la calidad bacteriológica de las diversas fuentes de agua empleadas para el riego en el cultivo de lechuga, variedad White Boston, en una zona agrícola del caserío Huacariz. Para ello, se recolectaron muestras de agua de acequia, agua entubada y agua de pozo, así como muestras de suelo, tanto antes y después de sembrar lechugas en una zona específica. También se recolectaron muestras de lechuga en el instante de la cosecha. En el laboratorio se analizaron la presencia de *Salmonella spp.*, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y coliformes totales. Los hallazgos mostraron que el agua de pozo excedió los límites máximos fijados por el Estándar de Calidad Ambiental para la categoría 3, en cambio las muestras de lechuga tuvieron valores

permitidos por la normativa sanitaria peruana. Además, se halló *Salmonella spp.* en muestras de suelo y agua, pero no en las lechugas, lo que permitió determinar que la calidad bacteriológica del agua de pozo no tuvo un impacto significativo sobre la contaminación microbiológica del cultivo.

Carreño (2021), Su propósito fue establecer la correlación entre la contaminación del agua utilizada en el riego no limitado y la calidad microbiológica de las lechugas (*Lactuca sativa*) cultivadas en la provincia de Barranca. El estudio tomó en cuenta muestras de agua provenientes de los ríos Pativilca, Supe y Fortaleza, de un canal de riego y también de lechuga; recolectándose un total de 12 muestras por cada tipo. La estadística inferencial y descriptiva se utilizó para examinar la relación entre las variables, con un nivel de significación $\alpha = 0.05$ empleando la prueba t de Student. Los registros mostraron que las concentraciones de coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua para riego superaron los límites establecidos por el ECA-Agua, categoría 3, y que las lechugas no satisfacían los estándares microbiológicos de calidad sanitaria. Determinando así que, en la provincia de Barranca, hay una conexión significativa en términos estadísticos entre la calidad microbiológica de las lechugas cultivadas y la contaminación del agua de riego sin restricciones.

Costa (2021), Su objetivo fue analizar los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos de la calidad del agua de seis efluentes próximos a la orilla del río Chillón entre enero y junio de 2019. Para ello, se efectuaron análisis mensuales de la turbidez, la temperatura, el pH, la dureza total, los cloruros, los nitratos y la conductividad. Además, empleando el método del número más probable se hicieron evaluaciones microbiológicas de coliformes termotolerantes y totales. Asimismo, se detectó la existencia de *Escherichia coli* y *Clostridium spp.*, y se analizó la resistencia antimicrobiana de cepas de *E. coli*. por medio del ensayo de susceptibilidad en agar por difusión e identificó *Clostridium spp.* a través del método de presencia/ausencia. Los hallazgos, en comparación con el Estándar de Calidad Ambiental de agua en Perú, mostraron contaminación microbiana en todos los puntos revisados, subrayando que un 5 % de las cepas de *E. coli* demostraron resistencia a varios antibióticos, mostrando mayor susceptibilidad antimicrobiana a ceftadizima, ciprofloxacino y ampicilina.

Alvino (2019), Cuya meta fue establecer cómo se comportan los microorganismos en las aguas superficiales en la microcuenca del río Ragra, ubicada en el distrito Simón Bolívar Rancas. Para ello, se llevó a cabo el monitoreo y evaluación de la calidad del agua superficial

durante el lapso comprendido entre agosto de 2012 y noviembre de 2016, donde el seguimiento efectuado en las estaciones RRagra 1, RRagra 2 y RRagra 3 mostró que los parámetros microbiológicos sobrepasaron el Estándar de calidad ambiental para la categoría 3. Durante el año 2012, se documentaron niveles altos de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, que llegaron a cifras máximas de 17 000 000 NMP/100 ml, cuando el límite permitido por la normativa vigente es de 1000 NMP/100 lt. Para el año 2016, se registró nuevamente un valor elevado de 2 300 000 NMP/100 ml, lo que supera ampliamente los límites establecidos. Según los hallazgos, el vertido de aguas residuales no tratadas que vienen de poblaciones cercanas como Paragsha y Mariátegui, es la causa principal de la contaminación microbiológica del río Ragra; lo que ha afectado en gran medida la calidad del agua en la subcuenca San Juan.

Arroyo (2019), En su investigación el propósito fue analizar el estado bacteriológico del río Chili - Arequipa entre los meses de marzo y mayo del año 2019. Para este propósito, la zona de estudio se dividió en cuatro áreas de muestreo: Puente Fierro (A), Puente Tingo (B), Puente Tiabaya (C) y Punto Congata (D). Cada una de estas zonas se subdividió en tres subzonas (S1, S2 y S3) que abarcaban aproximadamente 1 km; se tomaron dos muestras por cada subzona, tres veces a lo largo de los quince días. Las muestras de agua se llevaron a laboratorio donde, posteriormente, se llevaron a cabo las pruebas confirmatorias utilizando los medios de cultivo Verde Brila y EC. De acuerdo con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), el 54,17 % de las muestras resultó no apta por coliformes termotolerantes. Sin embargo, para el segundo parámetro, *Escherichia coli*, se añadieron algunas gotas de indol a los tubos con el medio EC, donde si aparecía un anillo color rojizo, considerando que dicho parámetro era positivo; representado por el 83,33 % del total de muestras aptas respecto a *Escherichia coli*. Se determinó así que, las mediciones de los parámetros fisicoquímicos registrados como la temperatura (que varió entre 9.95 °C) y el pH (6), evidencian condiciones favorables para el crecimiento bacteriano.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua

El agua es una riqueza natural renovable de carácter vital, de importancia crucial para el desarrollo de todas las formas de vida y la supervivencia del ser humano. Es estratégico y vulnerable para preservar los sistemas y ciclos naturales que lo sostienen, alcanzar un desarrollo sostenible y garantizar la seguridad nacional (Ortiz y Sánchez, 2018).

Este componente, que abarca dos tercios de la superficie terrestre, está en sus tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. El volumen total de agua presente en la biosfera se estima en 1359×10^{15} ; de los cuales, el 97 % de ellos es agua salada proveniente de los océanos. El agua dulce solo representa el 3 % restante, y de ella, más del 2,25 % está guardada en glaciares y casquetes polares. Solo un pequeño 0,75 % está accesible para la vida a través de fuentes como ríos, lagos, acuíferos y otros reservorios continentales. (Burgos, 2019).

La producción agropecuaria, la doméstica y la industrial son los principales usos del agua. El uso agrícola representa el porcentaje más alto de todos ellos, con aproximadamente entre el 70 y el 90 % del requerimiento total de este recurso (Corcoran, 2010).

2.2.2 Agua de riego

De acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013), el agua destinada para el riego constituye un recurso esencial para la actividad agrícola, ya que permite que las plantas se desarrollen y crezcan, además de la llevar a cabo la realización de sus procesos fisiológicos, siempre que tenga los niveles correctos de calidad, cantidad y aplicación en el momento adecuado. Las fuentes de agua más comunes para la agricultura son: el agua subterránea, que proviene de pozos; el agua de reserva, que es la que se encuentra en estanques, pantanos y lagos; y el agua proveniente de cursos superficiales como los canales descubiertos, acequias, ríos y riachuelos (FDA, 1998).

Se requiere que las plantas que se comen crudas sean irrigadas con agua que cumpla los requisitos más rigurosos, en particular en lo que concierne a los parámetros microbiológicos, ya que existen numerosas enfermedades provocadas por virus, bacterias, protozoos o lombrices que se propagan de este modo (MINAM, 2017).

En los últimos 50 años, la extensión de tierra cultivada a nivel global ha crecido en un 12%. La extensión total de tierras regadas ha crecido al doble en el mismo de tiempo, lo que representa la mayor parte de las tierras cultivadas (FAO, 2012). La producción agrícola ya emplea el 11% del área total de tierras en el mundo. Además, emplea el 70% de toda el agua que se extrae de lagos, acuíferos y ríos (FAO, 2012).

2.2.3 Contaminación de agua de riego

La contaminación hídrica es el resultado de incorporar elementos ajenos que, al diluirse o filtrarse, generan una alteración que imposibilita su utilización (Burgos, 2019). Este recurso puede verse afectado de distintas formas, incluso desde el momento en que precipita en forma de lluvia, debido a la disolución de partículas y gases presentes en la atmósfera (Burgos, 2019).

La contaminación de las aguas que se usa para el riego proviene de diferentes causas, como la descarga doméstica con concentraciones elevadas de microorganismos patógenos y parásitos, el desecho de relaves mineros que introduce metales como zinc, cobre, plata y hierro en los ríos, y las actividades industriales que emiten compuestos tóxicos que acaban siendo vertidos en quebradas o cauces fluviales. (MIDAGRI, 2015).

Una estrategia para cubrir su demanda de riego agrícola es la perforación de pozos profundos para obtener agua subterránea. Estas son consideradas menos vulnerable a la contaminación en comparación con las aguas superficiales, debido al proceso de filtrado natural del suelo y a la longitud que los microorganismos necesitan cubrir para llegar a los reservorios subterráneos (Sánchez et al., 2016).

No obstante, los pozos ubicados en zonas rurales son más susceptibles a la contaminación porque tienen poca profundidad, un mantenimiento deficiente y a su proximidad a áreas con presencia de excretas de origen humano o animal. Esta circunstancia tiene un impacto negativo en la salud de personas y animales, además de afectar la producción agrícola, ya que propicia que los alimentos se contaminen. (Saha et al., 2017).

En el agua pueden encontrarse diversos microorganismos, entre ellos especies patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*, *Vibrio cholerae* y protozoarios como *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanensis* y *Toxoplasma gondii*. Asimismo, los virus de Norwalk y de hepatitis A están presentes en el agua. Incluso cantidades muy pequeñas de estos microorganismos en los alimentos pueden ser suficientes para provocar enfermedades. (FDA, 1998).

2.2.4 Microorganismos indicadores de calidad del agua y patógenos

Se trata de factores biológicos que provocan un cambio indeseado en la composición natural de los suelos, el agua y las hortalizas (Peña, 2005). Los coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y los coliformes totales constituyen algunos de los indicadores más frecuentes para evidenciar la contaminación fecal. (Peña, 2005).

Los coliformes, que son un grupo de microorganismos, representan un indicador apropiado de contaminación de bacterias porque son una parte habitual del tracto gastrointestinal tanto de los seres humanos como de los animales de sangre caliente, se presentan en grandes cantidades, se mantienen más tiempo que las bacterias patógenas en el agua y muestran un comportamiento similar al de los patógenos frente a los procesos de desinfección (Gonzales y Martin, 2003).

2.2.5 *Pseudomonas* sp.

Son bacilos Gram negativos, aerobios y con oxidasa positiva. Poseen, debido a su metabolismo, una cierta capacidad de adaptación que les posibilita acomodar el hábitat en el que están. Para alimentarse, las *Pseudomonas* y otras bacterias emplean diversas fuentes como el nitrógeno o el carbono. Esta adaptación al medio ambiente ha hecho que estas bacterias se transformen en un inconveniente para la salud pública (Estupiñan et al. 2016).

Las *Pseudomonas* son patógenos gramnegativos oportunistas y versátiles, gracias a su alta capacidad de adaptación fisiológica, su amplio potencial metabólico y la presencia de diversos mecanismos de virulencia. Constituyen una causa frecuente de infecciones graves en pacientes hospitalizados de todo el mundo, debido a que pueden infectar casi todas las partes del cuerpo humano y provocar infecciones localizadas, septicemias y lesiones focales en varios tejidos. (Esnard et al. 2019)

2.2.6 Técnicas de análisis microbiano en aguas

2.2.6.1 Método de número más probable (NMP)

El método del Número Más Probable (NMP) se basa en que los coliformes totales son capaces de fermentar la lactosa, generando gas y ácido cuando permanecen incubados a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Para llevar a cabo este proceso, se emplea un medio de cultivo que posee sales biliares. El análisis se lleva a cabo en dos etapas: presuntiva y confirmativa. (Camacho et al., 2009).

En la fase presuntiva para la identificación de coliformes totales se utiliza el caldo lauril sulfato de sodio como medio de cultivo, el cual permite recuperar los microorganismos que están contenidos en la muestra y tienen la capacidad de usar lactosa como fuente de carbono. Posteriormente, en la etapa confirmativa se utiliza el caldo lactosado bilis verde brillante, un medio selectivo que favorece únicamente el crecimiento de los microorganismos que son capaces de soportar el colorante verde brillante y las sales biliares. El proceso de detección de coliformes termotolerantes se efectúa a partir de los tubos que han dado positivo en la prueba presuntiva, y tiene como fundamento la habilidad que estas bacterias tienen para generar gas y fermentar la lactosa cuando se incuban entre 24 y 48 horas a una temperatura de $44,5 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Por otra parte, para identificar *Escherichia coli*, se utilizan los tubos positivos de caldo EC; estos se cultivan a través de agotamiento en medios diferenciales y selectivos, como el agar MacConkey y el agar eosina azul de metileno. Luego, para

confirmarlas, se llevan a cabo pruebas bioquímicas fundamentales del sistema IMViC en las colonias típicas. (Camacho et al., 2009).

El número más probable (NMP) corresponde a la estimación de la densidad de microorganismos coliformes, que se basa en la unificación de los resultados positivos y negativos obtenidos en las distintas diluciones analizadas. La cantidad de tubos empleados determina la exactitud de cada prueba. Para conseguir el código del NMP, se requieren tres diluciones y las tablas correspondientes se sustentan en el supuesto de una distribución de Poisson, que considera que los microorganismos se dispersan de manera aleatoria. Según el Ministerio de Salud, el nivel de densidad bacteriana se mide a través de tablas que muestran un intervalo de confianza del 95 % para cada valor específico; los resultados se representan en NMP de coliformes por 100 mL (MINSA, 2011).

2.2.7 Marco Legal

Constitución Política del Perú

Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.

Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, modificada por Decreto Legislativo N° 1285. - Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG y modificatorias.

Estándar Nacional de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, y establecen disposiciones complementarias Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es definido en el artículo 31 de la Ley N.º 28611 como una medida que determina el grado o nivel permisible de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos que se encuentran en el agua, el suelo o el aire, considerados como cuerpos receptores. El numeral 31.2 del mismo artículo establece que es obligatorio incorporar el ECA al diseñar las políticas públicas y las normas legales, así como también ser un referente indispensable al crear y aplicar todos los instrumentos de gestión ambiental.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Se entiende como las aguas que se utilizan para regar los cultivos vegetales; pueden cambiar en función de aspectos como el tipo de riego que se aplica a los cultivos (MINAM, 2017), la modalidad de consumo utilizada (cocido o crudo) y los eventuales procesos industriales o

transformativos que puedan afectar a los productos agrarios:

Agua para riego no restringido

Se entiende como tales a las aguas cuya calidad es adecuada para el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos, así como de árboles o arbustos frutales que son irrigados por aspersión. Esto incluye aquellos en los que la parte comestible o el fruto tienen contacto directo con el agua de riego, incluso si estos son cultivos con tallo alto. Además, comprenden su utilización en zonas verdes, plantas decorativas, campos deportivos, parques públicos y cualquier otro tipo de cultivo (MINAM, 2017).

Agua para riego restringido

Se define como aguas que son aptas para regar cultivos de alimentos destinados a ser consumidos cocidos, cultivos de tallo alto donde el agua de riego no entra en contacto con los frutos, cultivos que serán procesados, embotellados y/o industrializados, así como aquellos industriales no comestibles, forestales o pastos.

Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

Artículo 1°. – Aprobar la NTS N° 071- MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano que forma parte integrante de la presente resolución (El peruano, 2008).

2.3. Definición de términos básicos

- **Agar:** Es una sustancia de tipo gelatinosa que se consigue a partir de ciertas algas (Pérez y Gardey, 2023).
- **Bacterias:** Son microorganismos unicelulares. Se las toma como una de las formas de vida más antiguas que se han identificado en el mundo. Existen miles de tipos diferentes de bacterias, las cuales tienen la habilidad de subsistir en cualquier medio o entorno, sin que importe su localización (Bush, 2022).
- **Canal de regadío:** Son estructuras de conducción que tienen como objetivo llevar el agua desde el lugar de captación hasta la huerta o el campo agrícola, donde se utilizará para los cultivos. (INDRHI, 2008).
- **Medio de cultivo:** Conjunto de componentes que crean las condiciones necesarias para que los microorganismos crezcan (Arumi, 2023).
- **Patógenos:** Son agentes infecciosos capaces de causar enfermedades en el huésped. Se utiliza generalmente este concepto para referirse a microorganismos, por ejemplo, hongos,

virus y bacterias. Estos agentes tienen la capacidad de alterar la fisiología normal de los seres humanos, animales y plantas (Ucha, 2022).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Se identificará bacterias patógenas en el agua de regadío que son usadas en el lavado de vehículos menores, Huacho-Perú

2.4.2 Hipótesis específicas

- En el agua de regadío se aislarán bacterias patógenas
- En el agua de regadío se identificarán bacterias patógenas
- Las bacterias patógenas que se encuentren en aguas de regadío se les realizara un recuento.

2.4.3 Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables del estudio.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Tipo de variable a Utilizar
X, independiente bacteria patógena	Las bacterias patógenas son las bacterias que tienen la capacidad de provocar enfermedades infecciosas.	Bacterias patógenas	Unidades Formadoras de colonias (UFC)	UFC	Cuantitativa
Y, dependiente Agua del canal de regadío	El canal de regadío tiene la finalidad de transportar el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde será aplicado a los cultivos.	Parámetros microbiológicos	Numérica	GPS	Cualitativa

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo y nivel de investigación

Esta investigación es un estudio descriptivo y transversal que emplea un muestreo por conveniencia. Se trata de un estudio descriptivo, ya que se intentó examinar las variables microbiológicas del canal de riego.

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Descriptivo

Enfoque: Cuantitativo

Diseño transversal y no experimental, dado que las variables no se modifican y el fenómeno se analiza en su entorno natural.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de un estudio se compone por la totalidad de elementos, incluyendo personas, objetos, historias clínicas u organismos, que están vinculados o son parte del fenómeno que se ha definido y acotado en el análisis del problema de investigación. (Arias-Gómez et al. 2016).

Esta investigación está comprendida por el agua recolectadas del canal de regadío.

3.2.2 Muestra

La muestra puede definirse como un subconjunto de la población o universo (Arias- Gómez et al. 2016).

En los seis puntos estratégicos del canal de regadío, que se ubica en la parte norte y exterior de la UNJFSC, se recolectaron 18 muestras de agua (tres por cada punto) con un volumen de 100 mL cada una.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Obtención de las muestras

Las muestras de agua se obtuvieron en frascos estériles, utilizando máscaras, mandiles y guantes como equipo de protección individual. A cada muestra se le asignó una etiqueta que contenía la información pertinente, como el número de muestra, la estación y las

coordenadas del muestreo, además de la fecha y la hora en que se recolectó. Más tarde, los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias, cuyo código es LabAm001.

Tabla 2.

Ficha de recolección de datos.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SANCHEZ CARRION	
Código de Laboratorio: LabAm001	
Solicitante/Programa: Tesis	
Origen de la Fuente:	Punto de Muestreo:
Agua de regadío	06 zonas
Localidad:	Fecha y Hora de Muestreo:
Huacho	16/07/2023 12:14
Distrito:	Fecha y Hora de llegada Laboratorio:
Huacho	16/07/2023 13:02
Provincia:	Cantidad de Muestra:
Huaura	06 (03 repeticiones)
Departamento:	Muestreador:
Lima	Espinoza Colla Marhyuri
Conservada: Si ☒ No ☐	Aguas: ☒ Sólidos: ☐
Otros:	
Observaciones/Parámetros:	


 Bigo. Dr. Romero Bozzetta José Luc.
 C B P 1901

3.3.2 Conservación y Transporte de la muestra

Las muestras fueron colocadas en un recipiente isotérmico con gel refrigerante, que se distribuyó de forma homogénea en la base y los lados, con el propósito de conservar la temperatura interna por debajo de 10 °C y proteger la integridad de las muestras hasta su llegada al laboratorio. El tiempo que pasó entre la recolección y su llegada al laboratorio dependió de manera estricta del mantenimiento de dicha temperatura.

3.3.3 Pre-enriquecimiento de las bacterias

Esta etapa implica la recuperación de microorganismos que poseen necesidades concretas para su desarrollo y que están presentes en muestras específicas.

Se realizó a partir de medios de cultivo no selectivo como Caldo Nutritivo (CN). Se incubó a 37° C durante 24 horas.

3.3.4 Aislamiento de bacterias patógenas

Para llevar a cabo este análisis, se inoculó el medio líquido CN en todas las placas empleando un asa de siembra. Se utilizó un medio específico para bacterias, como el agar Cetrimide (medio para *Pseudomonas*) y el medio Salmonella-Siguelia (medio para *Salmonella*). La inoculación se llevó a cabo en la superficie de la placa con dicho medio, tratando de evitar el contacto con los bordes. Las placas se mantuvieron incubándose a 37°C durante un periodo de 24 a 48 horas.

3.3.5 Selección de placas e interpretación

Después de la incubación por 24 horas, se marcaron sobre las bases de las placas, las posiciones de algunas colonias típicas presentes. Las colonias que crecieron fueron sembradas nuevamente en los mismos medios específicos para cada bacteria. Todas las placas se incubaron a 37 °C durante un día, y se registró la aparición de colonias puras. Se anotaron las etiquetas de las placas positivas y se inspeccionaron todas las colonias para distinguirlas.

3.3.6 Coloración de Gram

Se trata de un método diferencial muy relevante en la microbiología, basado en el principio de que las bacterias se tiñen según la propiedad de su pared. Esto genera una coloración morada en las bacterias Gram positivas y una coloración rosada o roja en las bacterias Gram negativas.

El procedimiento consiste en:

Situar la muestra sobre un porta objeto, se agregó cristal violeta por un minuto, luego Lugol durante el mismo tiempo, después se decoloró con alcohol acetona a lo largo de 30 segundos y finalmente se agregó safranina por un minuto. Por último, se lavó con agua destilada. Para examinarlo en un microscopio óptico a 100X con aceite de inmersión, se dejó secar el portaobjeto a temperatura ambiente. Se llevó a cabo la identificación de la bacteria en cuanto a su forma.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se procesaron los datos obtenidos mediante el software Microsoft Excel, donde se organizaron las cifras recolectadas de las bacterias patógenas para su análisis posterior.

Microsoft Excel: se empleó para agrupar los datos recolectados.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Las muestras de agua fueron recolectadas del canal de regadío de la calle Baltazar la Rosa (a un costado de la UNJFSC) en seis puntos distribuidos en toda la extensión de la calle donde abarca el diámetro del canal, los puntos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Áreas muestreadas en el estudio.

Áreas	Coordenadas
Punto 1	-11.120318 S, -77.599260 W
Punto 2	-11.121269 S, -77.604229 W
Punto 3	-11.121639 S, -77.605697 W
Punto 4	-11.121859 S, -77.606691 W
Punto 5	-11.122475 S, -77.609633 W
Punto 6	-11.122672 S, -77.610530 W



Figura 2. Recolección de las muestras del canal de regadío

Luego de su recolección las muestras de agua que crecieron en tubos con caldo nutritivo (CN), presentaron turbidez a comparación del control, lo que indica la presencia de crecimiento bacteriano como se muestra en la figura 3.

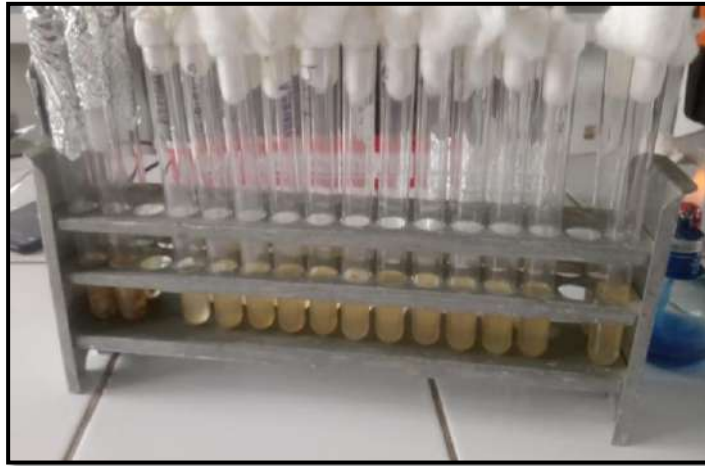


Figura 3. Cepas en medio de cultivo para el pre enriquecimiento de las bacterias

Luego de la siembra en los medios selectivos para *Pseudomonas sp* y *Salmonella sp.* de las muestras de agua, solo fueron positivas las encontradas en los puntos número 4, 5 y 6, encontrándose la presencia de *Pseudomonas sp.* (Figura 4), la presencia de estas bacterias fue corroborada por coloración Gram y pruebas bioquímicas (Figura 5).



Figura 4. Placa con Agar Cetrimide con crecimiento de *Pseudomonas sp.*

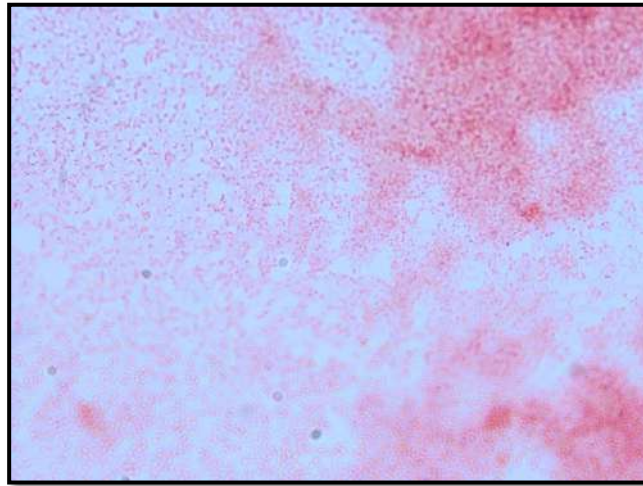


Figura 5. Tinción Gram donde se aprecia las bacterias Gram negativas.

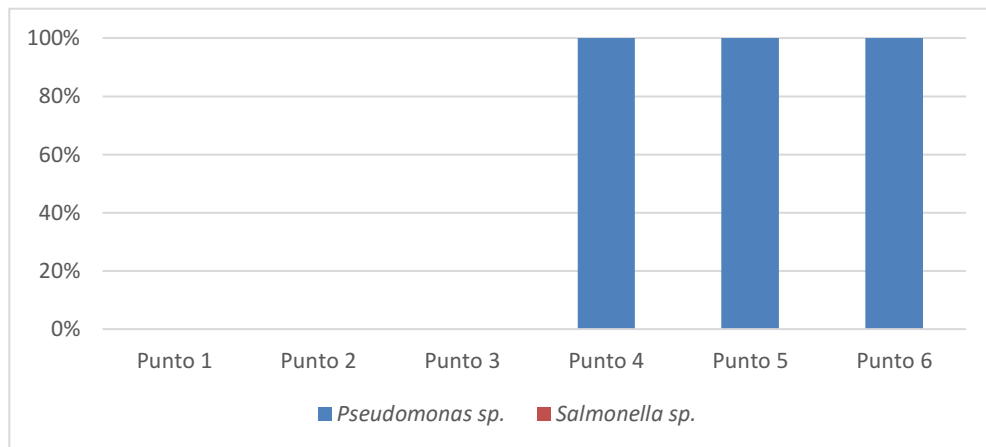


Figura 6. Gráfico de los resultados de bacterias del canal de regadío

Tabla 4.

Resultados obtenidos del muestreo del canal de regadío.

Áreas muestreadas	Resultados	
	Pseudomonas sp.	Salmonella sp.
Punto 1	-	-
Punto 2	-	-
Punto 3	-	-
Punto 4	+	-
Punto 5	+	-
Punto 6	+	-

(-): Negativo; (+): Positivo

CAPÍTULO V. DISCUSIONES

Los resultados de esta investigación ponen en evidencia que, en tres de los seis puntos de muestreo del canal de riego donde se tomaron las muestras de agua, específicamente en los sitios 4, 5 y 6 se detectó la presencia de *Pseudomonas sp.* Sin embargo, no se encontró *Salmonella sp.* en ninguna de las muestras. En su investigación, Nogales y Vela (2019) detectaron la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en aguas de riego que provenían de un canal de regadío resultado del vertido de residuos humanos o animales.

La presencia de *Pseudomonas sp.* en el lugar de estudio se debe a su gran capacidad de sobrevivir y permanecer viable en ambientes hostiles durante largos periodos de tiempo (Paternina-Mercado et al. 2021). Sin embargo, factores como la capacidad de soportar una escasa cantidad de nutrientes, cambios drásticos de temperatura y cambios de pH, así como la especie de bacteria pueden determinar si sobreviven o no en estos ambientes difíciles para la vida de otros organismos (García y Iannacone, 2014). Álvarez (2016) sostiene que hallar este tipo de bacterias (*Pseudomonas sp.*), particularmente en muestras de aguas residuales, es motivo de gran preocupación desde la perspectiva de la salud pública, dado que estas fuentes pueden actuar como un medio potencial para su transmisión entre los seres humanos.

Según lo expresado por Martin (2004) en su investigación descubrió que las bacterias del género *Pseudomonas* tienen una gran resistencia a condiciones externas adversas y pueden sobrevivir por largo tiempo en diferentes superficies, cuerpos de agua y canales de riego del estudio. Se ha demostrado que *Pseudomonas aeruginosa* puede sobrevivir y reproducirse en aguas tratadas, ya que cuenta con una densa capa de polisacáridos que funciona como barrera química y física, la cual resguarda a la bacteria de las moléculas, así como iones de cloro libre residual. (UNE, 2022).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Esta investigación revela que la *Pseudomonas sp.* está presente en el canal de riego de la Avenida Baltazar la Rosa y en los cuerpos principales de agua que desembocan en él.
- Podría existir diversidad de especies de *Pseudomonas sp.* en el agua del canal de regadío y de los principales cuerpos de agua que descargan en la misma, predominando un serotipo.
- La contaminación del agua contribuye con la presencia de *Pseudomonas sp.* sobre su diseminación durante el periodo de estudio en el canal de regadío.

6.2 Recomendaciones

- Continuar con el estudio para aislar otras bacterias patógenas están presentes en esas aguas del canal de regadío.
- Identificar por otros métodos la especie de las *Pseudomonas sp.* aislada en el estudio para determinar su patogenicidad.
- Determinar otros tipos de contaminantes que se encuentran en estas aguas de regadío, mediante métodos físicos, químicos y físico-químicos, etc.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Álvarez, J., Gallo, M., y Elichiribehety, É. (2016). *Control de calidad microbiológica del agua para consumo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del centro de la provincia de Bueno Aires, Argentina.
- Alvino, K.S. (2019). Estudio retrospectivo microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río ragra del distrito simón Bolívar Rancas periodos agosto 2012 – noviembre 2016 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú.
- Arce, X.N., Cuellar, W.Y., y Martínez, M.M. (2019). Incidencia de bacterias patógenas en servicios higiénicos de mujeres de una universidad privada de Huancayo 2019 (tesis de pregrado). Universidad Privada de Huancayo, Huancayo, Perú.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M.A. y Miranda, M.G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.
- Arroyo, E.Y. (2019). Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del rio chili, durante los meses de marzo-mayo, Arequipa 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Arumi, M. (2023). Microbiología para humanos. Recuperado de: <https://microbiologiaparahumanos.wordpress.com/medios-de-cultivo/>
- Autoridad Nacional del Agua (A.N.A.) (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Lima, Perú: Ediciones ANA
- Bautista, E.D. (2021). Estudio de la composición de comunidades bacterianas en aguas del distrito de riego La Ramada (Tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Burgos, G. (2019). *Ecología y Salud*. México: Manual Moderno.
- Bush, L.M. (2022). Manual MSD. Introduccion a las bacterias. Recuperado de: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-introducci%C3%B3n/introducci%C3%B3n-a-las-bacterias>

- Camacho, A., Giles, M., Ortégón, A., Palao, M., Serrano, B., y Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. México: Facultad de Química.
- Cárdenas, Y.I. (2018). Determinación de la contaminación microbiológica del agua de riego aplicando nuevas estrategias de análisis (Tesis de doctorado). Universidad de Barcelona, España.
- Carreño, H. (2021). Agua de riego no restringido y calidad microbiológica de las lechugas (*Lactuca sativa*) que se cultiva en la Provincia de Barranca, región Lima – 2020 (Tesis de maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Lima.
- Chuquilin, C.E. (2022). Impacto de la calidad bacteriológica del agua de riego en el cultivo de lechuga en una zona agrícola del caserío de Huacariz, Cajamarca-2019 (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Corcoran, E., Nellemann, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D., & Savelli, H. (2010). *Sick wáter? the central role of wastewater management in sustainable development: a rapid response assessment*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme.
- Costa, C.P. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del río chillón durante los meses enero a junio del 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Food and Drug Administration (FDA) (1998). *Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos, para frutas y hortalizas frescas*. U.S.A.: Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Gallardo, V.A., Rosas, M.M., Chacón, H.Y., y Velásquez, E.N. (2017). Calidad microbiológica del agua de los pozos de las aldeas de la reserva natural de usos múltiples Monterrico (RNUMM) (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- García, L., & Iannacone, J. (2014). *Pseudomonas aeruginosa* an additional indicator of drinking water quality: a southamerican bibliographic analysis. *The Biologist* 12(1), 133-152.

- Díaz, C. (2003). *Agua Potable para comunidades rurales, reusó y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. México: Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua
- El peruano (2008). *Resolución Ministerial N°591-2008*. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Recuperado de: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf.
- Estupiñán-Torres, S.M., Ávila S.L., López, Y.L., Martínez, S.L., Miranda, Y.Y., y Ortigón, A.P. (2016). Aislamiento e identificación de *Pseudomonas sp.* y *Aeromonas sp.* en aguas de piscinas públicas de Bogotá – Colombia. *Nova* 15(27), 25 – 29.
- Esnard, S.C., Moya, A., Cedré, B., Valmaseda, T., Navarro, Y.P., y Sierra, G. (2013). *Pseudomonas aeruginosa*. Vacunas: un reto a la investigación. *Vaccimonitor* 13(1), 1 – 13.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). (2008). Plan Hidrológico Nacional. Santo Domingo, República Dominicana.
- Madariaga (2024). Evaluación de la calidad microbiológica del agua de riego en pequeños horticultores de San Nicolás y Boyen Chico, Región de Ñuble, Chile. Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Concepción. Recuperado de: <https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/43a894e3-337d-47b3-b605-fba934b41c65/content>
- Martin, I. (2004). *Riesgo sanitario por presencia de Pseudomonas aeruginosa en el agua para consumo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2015). *Contaminación del agua*. Problemática. Recuperado de: <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematika>
- Ministerio del Ambiente (MINAM) (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

- Ministerio de Salud (MINSA). (2011). *Guía Técnica. Procedimientos de Toma de Muestras del Agua del Mar en Playas de Baño y Recreación*. Lima: MINSA.
- Moros, D.C. (2018). Presencia de bacterias mesófilas y coliformes del agua de riego en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa*) en la finca El Rubí de la vereda San José (Municipio Mosquera) (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Nogales, E.V. y Vela, J.D. (2019). Caracterización bacteriológica del agua del río Guano, 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2012). *Riego y drenaje*. AQUASTAT. Recuperado de: <http://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/irrig-drainage/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2012). *Estado de los Recursos de Tierras y Aguas del Mundo para la Alimentación y la Agricultura*. Italia, Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013). *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i1629s/i1629s.pdf>
- Ortiz, D.W., y Sánchez, J.R. (2018). *Caracterización geomorfológica y biofísica de las cuencas de aporte de las captaciones de los sistemas de agua potable de los cantones que conforman la Mancomunidad Cañari* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Paternina-Mercado, F., Bedoya-Vélez, J., y Ochoa-Agudelo, S. (2022). Comportamiento cualitativo de *Pseudomonas* aisladas de aguas residuales, expuestas a mercurio. *Informador Técnico* 86(2), 205 - 219. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.4353>
- Peña, E.J. (2005). *Algas como indicadoras de contaminación*. Colombia: Universidad del Valle.
- Pérez, J., y Gardey, A. (2015). Agar - Qué es, definición y concepto. Recuperado de: <https://definicion.de/agar/>

- Quispe, D.A. (2017). Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- UNE (2022). *Calidad del agua: nueva norma UNE para detección y recuento de Pseudomonas aeruginosa. aire, agua y legionella*. Recuperado de: <https://higieneambiental.com/pseudomonas-aeruginosa-une>
- Saha, J.K., Selladurai, R., Coumar, M.V., Dotaniya, M.L., Kundu, S. & Patra, A.K. (2017). *Soil Pollution - An Emerging Threat to Agriculture*. Environmental Chemistry for 68 a Sustainable World. Singapore: Springer.
- Sánchez, J.A., Álvarez, T., Pacheco, J., Carrillo, L., y Gonzales, R. (2016). Calidad del Agua Subterránea: Acuífero Sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 7(4), 76 – 94.
- Ucha, F (2022). Definición ABC. Definición de patógeno. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/ciencia/patogeno.php>
- Vásquez (2024). Aislamiento e identificación de patógenos presentes en agua residual en el Río Nexapa. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biotecnología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/9330f915-ddb4-45b0-8664-efdbd38d98c4/content>

ANEXOS



Figura 7. Recolección de muestras de canal de regadío de la calla Baltazar la Rosa



Figura 8. Muestras listas para su transporte en recipiente hermético



Figura 9. Pruebas bioquímicas realizadas a las muestras de *Salmonella sp.*



Figura 10. Interpretación de resultados de las muestras sembradas de *Salmonella sp.*

PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA EN EL DISTRITO DE HUACHO

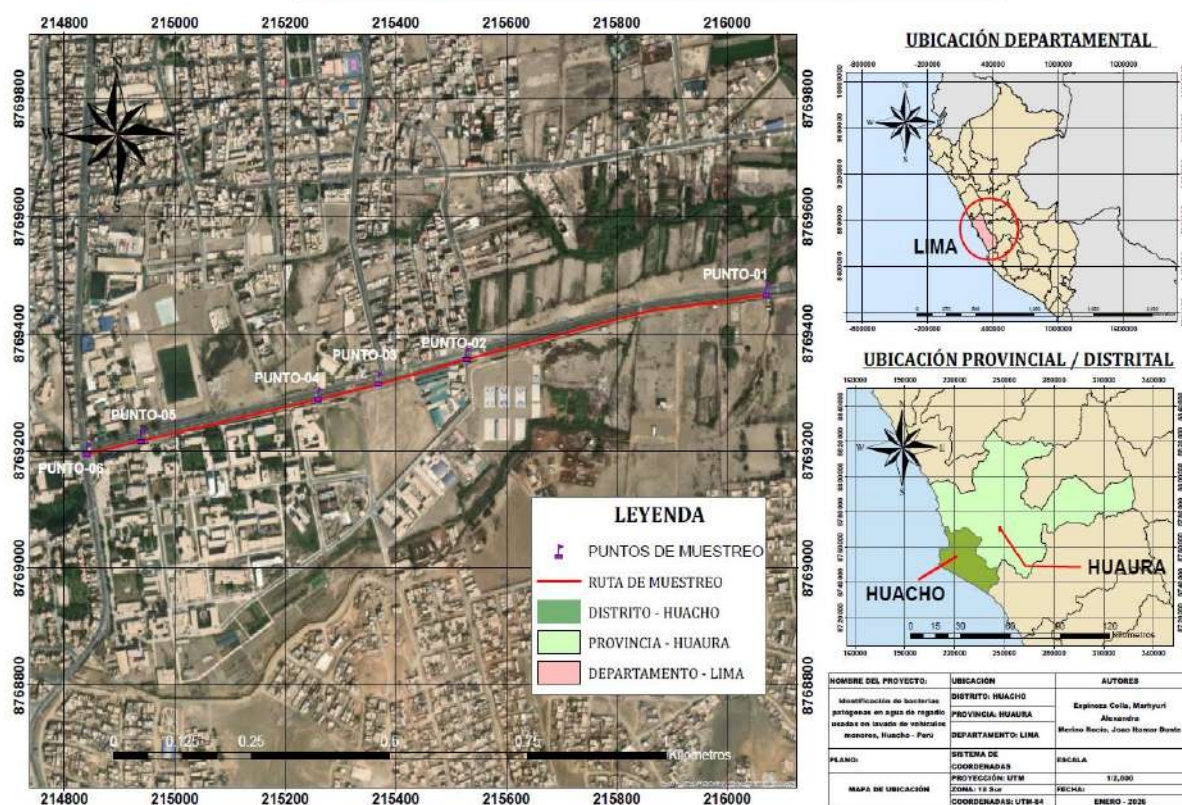


Figura 11. Puntos de muestreo de agua en el canal de regadío - Huacho