

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de ingeniería ambiental



Una Institución Adventista

**Perfil De Proyecto De Investigación: Aplicación De
Microorganismos Eficientes Para La Biorremediación De Suelos
Agrícolas Contaminados Por Lactosuero En El Distrito De Mañazo-
Cotaña**

Por:

Cesar Antoni Yana Apaza DNI 47500541

Asesor:

Asesor Ing. Jorge Juvenal Bravo

Juliaca, junio de 2025

1. Planteamiento del Problema

La problemática Actual de la contaminación por lactosuero en los suelos agrícolas constituye una amenaza seria para la sostenibilidad, debido a su persistencia y naturaleza no biodegradable, puede permanecer en el ambiente durante largos períodos, acumulándose en los cultivos y aumentando el riesgo de toxicidad tanto para las plantas como para la salud de las comunidades dependientes de estos recursos (Cruz, Gonzáles, Loyde de la Cruz, & Ioredó, 2022)

Actualmente Los problemas de contaminación de suelos agrícolas en el Distrito de Mañazo-Cotaña es causado por el vertido de residuos provenientes de la elaboración de queso artesanal, en especial de lactosuero representa una gran fuente de impacto ambiental. La descarga de lactosuero al suelo representa uno de los efluentes de mayor volumen y contaminación. Los sólidos orgánicos solubles que no se aprovechan en la industria quesera son vertidos al medio ambiente constituyendo una fuente potencial para que se presenten condiciones de insalubridad en el cuerpo receptor lo cual genera contaminación, malos olores y vectores en toda la periferie de la planta artesanal. El vertido incontrolado de lactosuero en suelos agrícolas son áreas no designadas lo cual provoca una serie de problemas ambientales, incluyendo:

- Acidificación del suelo.
- Disminución del oxígeno disuelto y condiciones anaeróbicas.
- Lixiviación de nutrientes y contaminantes a cuerpos de agua.
- Impacto negativo en el microbiota nativo del suelo y en el crecimiento vegetal.

1.1 Justificación

La investigación se presenta principalmente como una contribución a la mitigación respetuosa con el medio ambiente de la contaminación del suelo inducida por metales pesados y alta conductividad eléctrica a través de una biorremediación sostenible eficaz basada en microorganismos. Más que devolver la salud del suelo en el Distrito de Mañazo-Cotaña, la investigación ofrece lecciones que son relevantes para futuras investigaciones en otras áreas agrícolas con desafíos similares para promover una agricultura sostenible y saludable

La elección del Distrito de Mañazo-Cotaña como área de estudio responde a la necesidad de intervenir en suelos afectados por la contaminación de lactosuero; este es un problema que no solo reduce la productividad agrícola, sino que también limita el desarrollo económico y la seguridad alimentaria de las comunidades locales. Se tiene la finalidad de demostrar que los microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp), específicos para la biorremediación, ofrecen una alternativa eficaz y escalable para aliviar los problemas asociados a la contaminación de los suelos.

1.2 Estado del Arte

Según Beltrán & García, (2018), define la biorremediación como un proceso biológico que acelera la descomposición de un contaminante en estado natural por adición de organismos microscópicos (consorcio), bio- aumentación o bioestimulación. El aprovechamiento de los organismos comprende a organismos como bacterias, hongos o vegetales que degradan, transforman o bioacumulan al contaminante. La actividad biológica cambiaría la estructura del contaminante, lo que determinaría si corresponde a la biotransformación o mineralización.

Según Alarcon Camacho, Moreno LLacza, & Molina, (2020). Define que los Microorganismos Eficientes Los microorganismos eficientes , están constituidos por un conjunto de organismos microscópicos que técnicamente son denominados consorcio microbiano, su aplicación es variada; en la actualidad son utilizados en la agricultura como agentes promotores del desarrollo y controladores de plagas además, Los Microorganismos Eficientes contribuyen a restablecer el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus propiedades fisicoquímicas, incrementan la protección y productividad de los cultivos, y conservan los recursos naturales. De esta manera, favorecen la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y promueven la salud ambiental (Alarcon Camacho, Moreno LLacza, & Molina, 2020).

Según Arrojo et al., (2003) define que Lactosuero es un subproducto que se genera en la industria láctea, sus principales componentes son la lactosa, proteínas y algunos minerales. Existen dos tipos de lactosuero, el lactosuero dulce y el lactosuero ácido, el primero se obtiene en la elaboración de lácteos en donde se utiliza la coagulación enzimática con un pH cercano a 5.6. El lactosuero ácido se produce cuando la coagulación es por acidificación a un pH de 5.1 o menor.

Según (Ben-Hassan and Ghaly, 1994 Fournier et) informa que Aproximadamente 47% de los 115 millones de toneladas de lactosuero producido anualmente a nivel mundial son desechados al medio

ambiente. Esto representa una pérdida de una fuente de alimentación y causa serios problemas de contaminación, ya que el lactosuero contiene una alta carga orgánica con valores de DBO de 40 000- 60 000 mg/L y DQO 50 000-80 000 mg/L.

1.3 Objetivos

1.4 Objetivo general

Evaluar la capacidad de los microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp) para biorremediar suelos agrícolas contaminados con lactosuero, determinando su efectividad en la mejora de las propiedades del suelo.

Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de los microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp) en el tratamiento de suelo agrícola en el Distrito de Mañazo-Cotaña 2025
- Determinar la reducción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en suelos agrícolas contaminados por lactosuero tras la aplicación de microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp) a diferentes frecuencias de aplicación.
- Evaluar los cambios en el pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica del suelo en respuesta a las distintas frecuencias de aplicación de microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp).
- Comparar la efectividad de los tratamientos con microorganismos eficientes (*Lactobacillus* spp) frente a un grupo control (sin aplicación de Microorganismos Eficientes) en la biorremediación del suelo agrícola del en el Distrito de Mañazo-Cotaña contaminado por lactosuero.

1.4 Hipótesis

La aplicación controlada de microorganismos eficientes en suelos contaminados por lactosuero permitirá acelerar y optimizar el proceso de biorremediación, logrando una reducción significativa de los contaminantes orgánicos y mejorando la calidad físico-química y biológica del suelo. Esto se debe a que los microorganismos eficientes, compuestos por bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras y hongos filamentosos, poseen la capacidad de degradar compuestos orgánicos complejos presentes en el lactosuero, como proteínas, lactosa y grasas, transformándolos en moléculas más simples y menos tóxicas para el ambiente

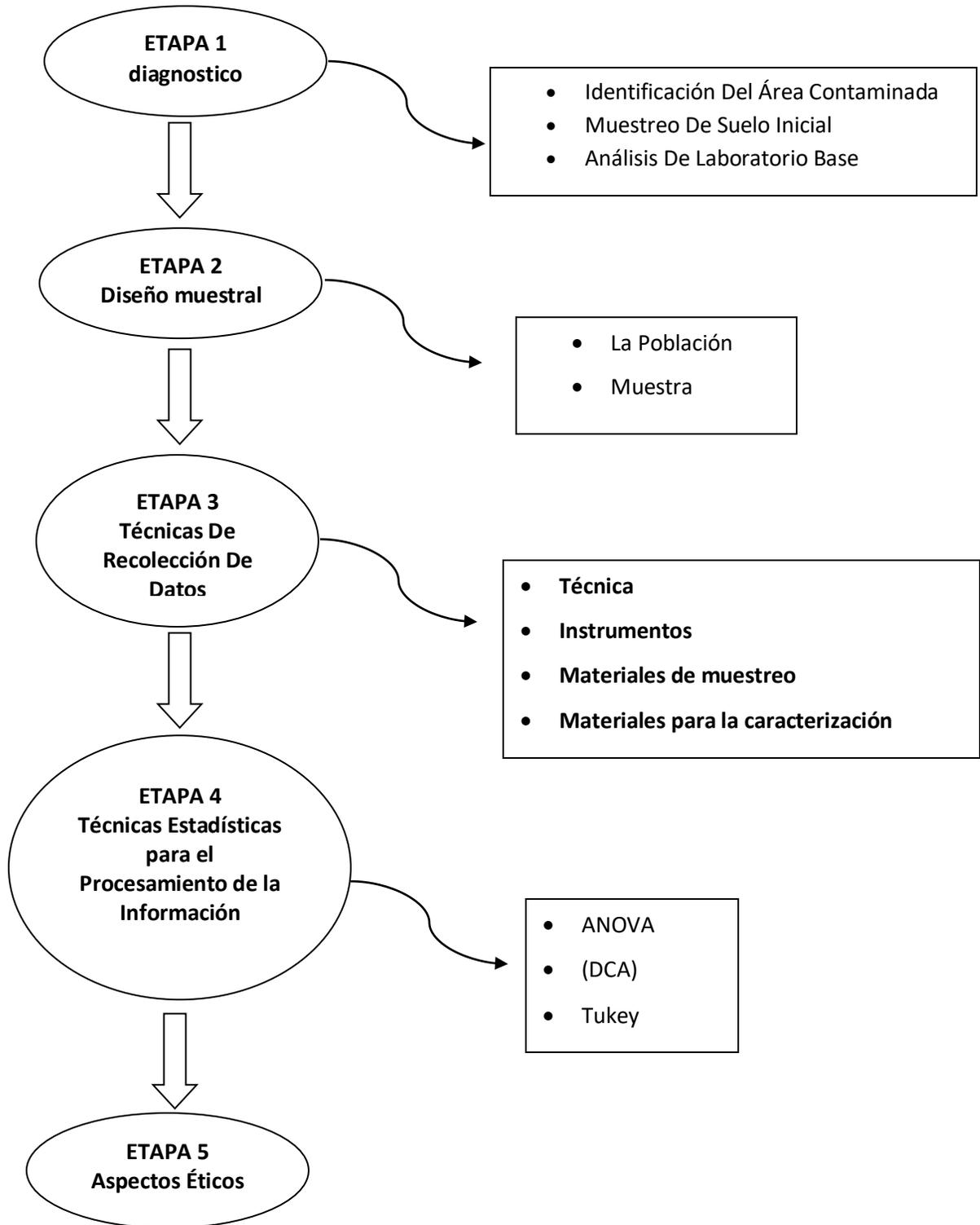
1.5 Variables

Tabla 1 variables independientes y variables dependientes

Variables de la investigación Aplicación De Microorganismos Eficientes Para La Biorremediación De Suelos agrícolas Contaminados Por Lactosuero En El Distrito De Mañazo-Cotaña		
Variables independientes	<ul style="list-style-type: none">• Plantas artesanales que vierten el lactosuero directamente al suelo.• Falta de conciencia sobre el manejo y disposición del lactosuero	causas
Variables dependientes	<ul style="list-style-type: none">• Acidificación del suelo debido a la presencia de lixiviados.• La eutrofización en el suelo• Desertificación del suelo	consecuencias
Formulario		
$A+B=C+D+E$		

2. Metodología

flugograma metodologico para la investigación Aplicación De Microorganismos Eficientes Para La Biorremediación De Suelos agrícolas Contaminados Por Lactosuero En El Distrito De Mañazo-Cotaña



2.1 Diseño Metodológico

Diseño experimental: Una acepción particular de experimento, más armónica. Con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes supuestas causas antecedentes para analizar las consecuencias que tiene la manipulación sobre una o más variables dependientes supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. Esta definición quizás parezca compleja; sin embargo, conforme se analicen sus componentes se aclarará su sentido (Hernández & Fernández, 2014).

Experimento puro: Los experimentos “puros” son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna:

- Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente).
- Equivalencia de los grupos. Estos diseños llegan a incluir una o más variables independientes y una o más dependientes. Asimismo, pueden utilizar pruebas previas y posteriores para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental. Desde luego, no todos los diseños experimentales “puros” utilizan pre prueba; aunque la pos prueba sí es necesaria para determinar los efectos de las condiciones experimentales (Hernández & Fernández, 2014)

2.2 Diseño muestral

La Población: el estudio está constituida en el Distrito De Mañazo-Cotaña correspondiente al periodo de junio a diciembre del 2025, los cuales brindaran la información de la materia prima que fue usada para la producción de quesos y los residuos resultantes del proceso que son desechados al medio ambiente.

Muestra: La muestra es de 7900 Kg. de queso artesanal, cantidad total producida en los meses de junio a diciembre del 2025, por tal motivo, la muestra es censal porque se seleccionó el 100% de la población al ser considerada un número de unidades manejable.

2.3 Técnicas De Recolección De Datos

2.3.1. Técnica

Para la caracterización de la contaminación de suelos agrícolas se definirá seis puntos de muestreo en el Distrito De Mañazo-Cotaña. Se realizará muestreo compuesto. Se tomarán muestras a cada hora, durante doce horas (de 7:00 am. a 7:00 pm.).

Los parámetros a medir in situ serán pH, conductividad, temperatura, textura del suelo. Para la obtención de la muestra final. se hará el método de cuarteo para obtener 2 kilogramos de muestra de suelo.

2.3.2. Instrumentos

2.3.2.1. Materiales de muestreo

- Barrenos: ayudara a tomar muestras de suelo a diferentes profundidades.
- Palas: Se utilizará para recolectar muestras superficiales.
- Cuchillos: se utilizará para cortar muestras de suelo en diferentes capas o perfiles.
- Paletas de muestreo: Herramientas diseñadas para tomar muestras de suelo en diferentes áreas.
- Tarjetas para identificar las muestras: Para rotular y registrar la información de cada muestra.
- Lápiz, lapicera o marcador indeleble: Para escribir la información en las tarjetas o etiquetas.
- Cinta métrica o regla: Para medir la profundidad de la muestra y otros detalles.
- Libreta y formato: Para registrar la información de cada muestra, como la ubicación, la profundidad y otros detalles relevantes.
- GPS y mapa topográfico: Para registrar la ubicación precisa de las muestras.
- Recipientes para el transporte: Bolsas plásticas o recipientes que permitan conservar la muestra.
- Bandejas plásticas: Para secar al aire libre las muestras de suelo.
- Guantes y otros equipos de protección: Para proteger al personal durante el muestreo.

2.3.2.2. Materiales para la caracterización

- Identificación y clasificación: se Determinará el tipo de suelo (arenoso, arcilloso, limoso, etc.) y sus características como textura, color, estructura y contenido de materia orgánica.
- Análisis físico y químico: Mediremos las propiedades como densidad, porosidad, permeabilidad, pH, contenido de humedad, nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), sales y elementos traza.
- Análisis biológico: Evaluaremos la presencia y actividad de organismos en el suelo, como bacterias, hongos y nematodos.
- Evaluación de la calidad del suelo: se Determinará el suelo es adecuado para un uso específico, como la agricultura, la construcción o la remediación ambiental.
- Cartografía y muestreo: Realizaremos mapeos del suelo y obtener muestras de suelo para análisis.

2.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA) El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos. experimentales para realizar las tres comparaciones. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuyente cada fuente de variación en el experimento; en el caso del DCA, se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error; cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tienen efecto significativo, o tratamientos, dicho de otra manera, las medias son diferentes; cuando los tratamientos no predominan (contribuyen igual o menos que el error), se concluye que las medias son iguales (Gutiérrez & De La Vara, 2013).

2.5 Aspectos Éticos

Se coordinará con las autoridades correspondientes de la municipalidad distrital de manazo para los permisos correspondientes, en la recolección de muestras de suelo agrícolas para ejecutar el proyecto de investigación.

3. Administración del Proyecto

3.1 Cronograma de Actividades

Tabla 2 Cronograma de Actividades

Descripción de Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Proyecto						
Búsqueda y Revisión de Información	X					
Diseño de Estudio y Planificación	X					
Aprobación del Perfil y Permisos	X	X				
Ejecución						
Adquisición y Preparación de Insumos		X				
Instalación de Parcelas y Muestreo Inicial		X				
Aplicación de Tratamientos de ME			X	X	X	X
Recolección de Datos (Muestreos Periódicos)			X	X	X	X
Procesamiento y Análisis de Datos (Laboratorio)				X	X	X
Redacción						
Redacción de Borradores del Artículo/Tesis					X	X
Dictaminación del Artículo/Tesis						X
Sumisión del Artículo (Opcional)						X
Cierre						
Sustentación de la Tesis						X
Entrega del Documento Final al Repositorio						X

3.2 Presupuesto Projectado

Tabla 3 Presupuesto Projectado

Tipo de Recursos	Cantidad	Precio por Unidad (S/.)	Precio Total (S/.)
Recursos Humanos			
Asistente de Campo/Laboratorio	1	1,500.00 /mes x 4 meses	6,000.00
Bienes			
Microorganismos Eficientes (ME)	20 L	40.00 /L	800
Insumos de laboratorio (materiales y reactivos)	1 lote	1,000.00	1,000.00
Equipos menores (GPS, termómetro, medidor pH portátil, etc.)	1 lote	800	800
Materiales de campo (barrenas, bolsas, estacas, etc.)	1 lote	500	500
Servicios			
Costo por análisis de laboratorio (DQO, DBO5, pH, CE, MO)	60 análisis	50.00 /análisis	3,000.00
Transporte (Juliaca - Manazo ida y vuelta)	8 viajes	100.00 /viaje	800
Viáticos (alimentación, otros)	8 viajes	50.00 /viaje	400
Otros			
Impresiones y copias	1 lote	150	150
TOTAL			13,450.00

4. Referencias Bibliográficas

- Arrojo et al., (2003)
- Ben-Hassan and Ghaly, 1994 Fournier et
- Alarcon Camacho, Moreno LLacza, & Molina, (2020).
- Beltran & García, (2018),
- (Cruz, Gonzáles, Loyde de la Cruz, & Iredo, 2022)

5. Anexo A

Instrumentos De Recolección De Datos

Código de muestra	Ubicación GPS	Fecha y hora	Profundidad (cm)	PH	Conductividad Eléctrica	DQO (mg/L)	observaciones
M1-T0	Punto 1	1/7/2025 7 am	Sin aplicación				
M2-T1	Punto 2	11/7/2025 7 am	Primera frecuencia	0-20			
M3-T2	Punto 3	11/7/2025 7 am	Segunda frecuencia	2-32			
M4-T3							

6. Anexo B

Matriz de operacionalización de variables

Solo para estudios con variable(s) social(es).

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos	Escala de Medición
Variable Independiente Aplicación de Microorganismos Eficientes (Lactobacillus spp)	Frecuencia de aplicación	- N.º de aplicaciones por semana- Intervalo entre aplicaciones	Observación experimental	Registro de tratamientos aplicados	Cuantitativa - Discreta
	Tipo de tratamiento	- Tipo de consorcio microbiano utilizado	Observación directa	Ficha técnica del producto biológico	Cualitativa - Nominal
Variable Dependiente Calidad del suelo contaminado por lactosuero	Composición química del suelo	- pH del suelo- Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)- Materia orgánica (%)- Niveles de DBO5 y DQO	Muestreo y análisis de laboratorio	pH-metro, conductímetro, balanza, laboratorio de análisis químico	Cuantitativa - Continua
	Efecto en el suelo	- Reducción de DBO5 y DQO- Mejora del pH hacia neutralidad- Reducción de CE- Aumento de materia orgánica	Análisis comparativo antes y después del tratamiento	Cuadro de recolección de datos, pruebas de laboratorio	Cuantitativa - Continua
	Estado biológico del suelo	- Presencia de microorganismos benéficos- Cambios en actividad microbiana	Muestreo biológico	Cultivo en placa, microscopía (opcional)	Cualitativa - Ordinal

7. Anexo C

Imágenes, planos, figuras, tablas u otros

Opcionales, según la metodología aplicada.

