

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Determinación del efecto de la capacidad fertilizadora de
las aguas residuales del camal Santa María de la Colina en
el crecimiento del cultivo maíz (Zea mays), distrito de
Majes, Arequipa-2024**

Angela Nicol Bruna Huaman
Viviana Allison Rivera Aneira

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Arequipa, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Domenica Dongo Martinez
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de Abril de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Determinación del efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal "Santa María de la Colina" en el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*); distrito de Majes, Arequipa-2024

Autor:

Angela Nicol Bruna Huaman – EAP. Ingeniería Ambiental
Viviana Allison Rivera Aneira – EAP. Ingeniería Ambiental

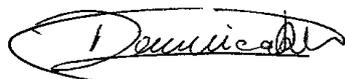
Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16% de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores A 10 (en caso de elegir "SI"): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar nuestro sincero agradecimiento a todos los que han hecho posible esta tesis. Primeramente, agradecemos a Dios, por ser nuestra guía y fuente de fortaleza durante todo el proceso. También, a nuestras familias, por su amor y su constante apoyo. A nuestra asesora, la Mag. Domenica Dongo Martinez, por su orientación experta y su invaluable contribución a lo largo de este proyecto, su asesoría y consejo han sido cruciales para el desarrollo y éxito de nuestra tesis.

Finalmente, a todos aquellos que, de una u otra forma, han sido parte de este viaje. Cada apoyo y cada consejo recibido han dejado una huella en este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, por ser nuestra luz en los momentos de incertidumbre y nuestra fortaleza en los días más desafiantes. También, a nuestras familias, por su amor incondicional y sus sacrificios que han sido la fuente de nuestra motivación y determinación.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Justificación e importancia.....	3
1.3.1 Justificación teórica.....	3
1.3.2 Justificación metodológica.....	3
1.3.3 Justificación ambiental.....	4
1.3.4 Justificación social.....	4
1.3.5 Importancia.....	4
1.4 Hipótesis y descripción de variables.....	5
1.4.1 Hipótesis general.....	5
1.4.2 Hipótesis nula.....	5
1.4.3 Hipótesis alterna.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6

2.1.1	Antecedentes internacionales	6
2.1.2	Antecedentes nacionales	8
2.1.3	Antecedentes locales	12
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Capacidad fertilizadora de las aguas residuales.....	14
2.2.2	Química del suelo	18
2.2.3	Factores que afectan la disponibilidad del suelo	20
2.2.4	Cambio climático en la agricultura.....	21
2.2.5	Rendimiento del cultivo <i>Zea mays</i> (“maíz”).....	21
2.3	Definición de términos básicos	24
2.3.1	Aguas residuales	24
2.3.2	Aguas residuales del camal.....	24
2.3.3	Efluente.....	24
2.3.4	Potencial hidrógeno (pH)	24
2.3.5	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	24
2.3.6	Demanda química de oxígeno (DQO)	24
2.3.7	Conductividad.....	25
2.3.8	<i>Escherichia coli</i>	25
2.3.9	Coliformes termotolerantes	25
2.3.10	Materia orgánica.....	25
2.3.11	Nitrato.....	25
2.3.12	Fósforo.....	26
2.3.13	Potasio	26
CAPÍTULO III		27
METODOLOGÍA.....		27
3.1	Método y alcance de la investigación	27
3.2	Diseño de la investigación.....	28
3.3	Población y muestra.....	30
3.4	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	31

3.4.1	Técnicas.....	31
3.4.2	Instrumentos	31
3.4.3	Prueba estadística.....	32
CAPÍTULO IV		33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		33
4.1	Presentación de resultados	33
4.1.1	Resultados de análisis de laboratorio - Agua residual.....	33
4.1.2	Cuantificando el efecto de tres concentraciones de aguas residuales (0%, 20% y 50%) sobre la altura del cultivo maíz (Zea mays).....	35
4.1.3	Determinación de la influencia de las tres concentraciones de agua residual en el peso fresco del cultivo maíz (Zea mays)	38
4.1.4	Estimación del efecto de diferentes dosis de aguas residuales sobre la cobertura vegetal del cultivo maíz (Zea mays), utilizando técnicas de análisis de imagen.....	41
4.2	Prueba de hipótesis.....	41
4.3	Discusión de Resultados.....	41
CAPÍTULO V		44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		44
5.1	Conclusiones.....	44
5.2	Recomendaciones.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		46
ANEXOS.....		52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Concentración de contaminantes en efluentes de mataderos.....	18
Tabla 2.	Disposición de riegos.....	29
Tabla 3.	Fechas de riego y cantidades suministradas.....	30
Tabla 4.	Cuadro comparativo de los parámetros ECA con los resultados del agua residual del camal.....	33
Tabla 5.	Requerimiento nutricional de NPK del maíz (<i>Zea mays</i>).....	34
Tabla 6.	Cuadro comparativo del requerimiento nutricional de NPK del maíz (<i>Zea mays</i>) con el agua residual del camal.....	35
Tabla 7.	Altura del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) según los tratamientos aplicados.....	36
Tabla 8.	Prueba de Shapiro-Wilk sobre la altura del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) según los tratamientos aplicados.....	37
Tabla 9.	Prueba de Anova sobre la altura del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>).....	37
Tabla 10.	Prueba Post-Hoc de Tukey sobre la altura del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>).....	38
Tabla 11.	Peso del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) según los tratamientos aplicados.....	38
Tabla 12.	Prueba de Shapiro-Wilk sobre el peso del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) según los tratamientos aplicados.....	39
Tabla 13.	Prueba de Anova sobre el peso del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>).....	40
Tabla 14.	Prueba Post-Hoc de Tukey sobre el peso del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>).....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parte subterránea y área que compone el maíz.	22
Figura 2. Diseño experimental.....	28
Figura 3. Diseño experimental 2.....	29
Figura 4. Disposición de riego por tratamiento.	30
Figura 5. Promedios de la altura del cultivo maíz según los tratamientos aplicado.	36
Figura 6. Promedios del peso del cultivo maíz según los tratamientos aplicados.....	39
Figura 7. Cobertura vegetal del cultivo según los tratamientos.....	41

RESUMEN

Este estudio tiene por propósito la capacidad fertilizadora del agua residual del canal municipal “Santa María de la Colina” en el crecimiento del cultivo *Zea mays* del distrito de Majes. Para lograrlo, se aplicó una metodología en el campo experimental y cuantitativo. En el diseño experimental, se consideró la división en tres parcelas, cada una con un tratamiento diferente. Dos grupos de tratamiento (T2 y T3) recibieron un riego directo con porcentajes de tratamiento del 20% y 50%, respectivamente; mientras que el grupo control (T1) no recibió aplicación de agua residual. El riego se efectuó utilizando un bidón de 7 litros, teniendo en cuenta el 70% de su capacidad. Además, el riego de las parcelas se llevó a cabo en tres fechas, con un intervalo de 15 días entre cada riego. Además, los resultados del estudio fueron positivos. Se vio que cuanto mayor era el porcentaje de agua residual usada para el riego, mayor era la capacidad fertilizante en la planta de maíz (*Zea mays*). El descubrimiento mostró un aumento en el peso, altura y cantidad de hojas de las plantas. Esto indica que las aguas residuales del canal municipal “Santa María de la Colina” ayudan a que este cultivo crezca mejor en el distrito de Majes. El estudio muestra lo importante que es usar los recursos naturales de forma sostenible. En este caso, se refiere a las aguas residuales, que pueden ayudar a aumentar la productividad agrícola y apoyar el desarrollo sostenible de la región.

Palabras clave: agua residual, capacidad fertilizadora, sostenible, crecimiento, *Zea mays*.

ABSTRACT

The purposes of this study was to determine the effects of the fertilization capacity of wastewater from the "Santa María de la Colina" municipal slaughterhouse on the growth of Zea mays crops in the Majes district. To achieve this objective, a quantitative and experimental methodology was applied. The experimental design included three plots, each with a different treatment. Two treatment groups (T2 and T3) received direct irrigation with treatment percentages of 20% and 50%, respectively; while the control group (T1) did not receive wastewater application. Irrigation was carried out using a 7-liter drum, filling it to 70% of its capacity. Furthermore, the plots were irrigated on three dates, with a 15-day interval between each irrigation. The results obtained in this study were positive, as it was observed that the higher the percentages of wastewater applied during irrigation, the greater the fertilization capacity obtained in the corn (Zea mays) plants. The results were reflected in an increase in the weight, height, and vegetation cover of the plants, indicating that the wastewater from the "Santa María de la Colina" municipal slaughterhouse has a beneficial effect on the growth of this crop in the Majes districts. Therefore, this study demonstrates the importance of sustainably utilizing natural resources, such as wastewater in this case, to improve agricultural productivity and contribute to the sustainable development of the area.

Keywords: wastewater, fertilization capacity, sustainable, growth, Zea mays.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua en el mundo está directamente relacionada con la calidad del agua. Sin un tratamiento previo costoso, la polución de aguas superficiales y subterráneas puede dejarlas inutilizables en el futuro. En cuanto a las aguas residuales sin tratar, estas se originan por la ampliación de asentamientos y aumentos de las producciones industriales. Esto causa contaminaciones físicas, químicas y biológicas que perjudica la salud del paciente y el medio ambiente, provocando que el 80% del volumen total se vierta sin tratamiento (1).

El agua residual que proviene del canal municipal representan un serio desafío ambiental en Perú, debido a su alto nivel de materia orgánica y la falta de tratamiento previo a su disposición final. Tal es el caso del canal “Santa María de la Colina”, en el distrito de Majes, que vierte directamente sus residuos líquidos en siete pozos a cielo abierto situados a 200 metros de distancia.

La descarga no controlada, en cercanía a zonas pobladas, genera focos evidentes de contaminación por la presencia de agentes biológicos y químicos. A su vez, desperdicia el valor potencial de los residuos como fuente de nutrientes para la agricultura, actividad económica importante en la zona.

Se requiere una transformación de paradigma, que permita entender las aguas residuales ya no como desechos, sino como recursos; tal como promueve la ONU. Sin embargo, en el contexto peruano la mayoría de municipalidades enfrentan restricciones financieras y técnicas para su adecuado tratamiento y reutilización.

Frente a este panorama, este estudio busca determinar rigurosamente el efecto fertilizante de la aplicación de dosis crecientes de dichas aguas residuales sobre el crecimiento y sanidad de maíz forrajero, el segundo cultivo en importancia distrital.

Los resultados sentarán bases objetivas para evaluar la factibilidad de implementar este sistema como una solución sustentable, de potenciales beneficios ambientales, productivos y socioeconómicos para la zona.

El propósito de este estudio fue determinar el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales de un canal en el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*) del distrito de Majes.

Por lo tanto, es de importancia porque busca generar las alternativas de solución a los problemas creados por la acumulación de aguas residuales producidas en los procesos económicos de un

camal, proponiendo soluciones al reúso de aguas residuales en beneficio del distrito Majes, El Pedregal.

Además, es trascendente porque el presente trabajo busca rellenar un vacío de conocimiento que se tiene sobre la capacidad fertilizadora del agua residual de unos canales en el crecimiento del cultivo *Zea mays*; de esa manera, contribuirá con conocimientos teóricos para reutilizar aguas residuales.

El estudio está constituido por 5 capítulos, que se describirán a continuación. En el primer capítulo consiste en los planteamientos y formulaciones de las problemáticas, también los objetivos y la justificación del estudio; además, el segundo capítulo está contemplado todo lo referente a marco teórico, términos básicos y fuentes de información; el tercer capítulo detalla la metodología del presente trabajo describiendo tanto los recursos como las generalidades de la experimentación y, finalmente, el cuarto y quinto capítulo referentes a resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Actualmente, uno de los principales problemas ambientales son las aguas residuales. Los cuerpos de agua no tratados, son símbolos de diversas consecuencias negativas; sobre todo para el ambiente, ya que, al no ser tratados mediante métodos eficaces, son parte de una problemática a nivel mundial (2).

Sin embargo, en muchos países subdesarrollados, los tipos de aguas residuales que se generan son descargas orgánicas de los camales. Estas descargas están formadas principalmente por pelusas, sangres, hece, orinas, grasa, residuo de la carne, alimento no digeridos y tripas de animales sacrificados (3).

Ante esta situación, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) explica que "la gestión segura de las aguas residuales en la producción alimentaria ayuda a reducir la competencia por el agua entre la ciudad y las agriculturas en áreas donde la escasez está aumentando". (4). Por ende, un punto clave a tener en cuenta es que las aguas residuales deben ser tratadas y recicladas de forma segura, para que puedan brindar muchos más beneficios, tanto para la sociedad, los agricultores y al ambiente.

En ese sentido, las aguas residuales tratadas son una fuente beneficiosa para los cultivos porque "aportan nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo, gracias a la alta cantidad de materia orgánica que suelen tener" (5), además la utilización de las aguas residuales no solo trae mejoras en la fertilidad y productividad en los suelos, sino que también, en la calidad ambiental.

En Perú, las actividades de los camales generan la mayor cantidad de descargas orgánicas vertidas a efluentes, las acumulaciones de las vertientes emiten olores desagradables y residuos sólidos que no cuentan con una adecuada disposición; influyendo de forma negativa en el ambiente. Por esta razón, la eliminación o reutilización es una opción para disminuir el nivel de contaminación en el ambiente (6).

Los desechos de los camales pueden variar dependiendo su origen, ya que pueda que existan formas de captación o no, en el caso de que no existan formas de captación; la contaminación ambiental aumenta, dada la cantidad de coliformes y la carga de materia orgánica en las aguas residuales que se descargan (3).

En la ciudad de Arequipa, los municipios tienen dificultades para manejar esta situación debido a sus limitaciones económicas y técnicas, lo que dificulta el funcionamiento adecuado en la medida de manejos ambientales, como tratamientos del agua residual de forma efectiva, ni mucho menos se le ha podido dar una solución factible para poder tratar los procesos dentro de los camales municipales y poder dar una solución a la problemática ambiental (6).

De igual manera, en el distrito de Majes, específicamente en el centro poblado La Colina, el cual se encuentra ubicado el camal municipal “Santa María de la Colina”, los efluentes provenientes de sus procesos son descargados en siete pozos de treinta metros de diámetro, los cuales se encuentran a la intemperie a una distancia de 200 metros del camal, encontrándose muy cerca de las vías principales del centro poblado La Colina, el cual queda expuesto a una alarmante contaminación (6).

Por lo expuesto, se “requiere un cambio de paradigma, hacia uno con visión ambientalista en el que se entienda que las aguas residuales son recursos que pueden y deben aprovecharse” (2), en actividades como la agricultura, con el objetivo de tener un cambio de perspectiva ambiental sobre la recirculación de los recursos con un fin benéfico, tanto para la sociedad como para el ambiente.

Actualmente, se desconoce, cómo las aguas residuales de un camal pueden fertilizar, por ello, la presente investigación busca llenar vacíos de conocimiento sobre la reutilización de las aguas residuales y la capacidad fertilizadora en los crecimientos de los cultivos de maíces (*Zea mays*), Esto es importante porque en el distrito de Majes, el maíz es el segundo cultivo más relevante en la agricultura (7).

Entonces, la investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿cuál es el efecto fertilizante de la aplicación de diferentes dosis de agua residual del camal “Santa María de la Colina” sobre los crecimientos de cultivos de maíces (*Zea mays*), el segundo más importante en esa zona agrícola?

La respuesta a la interrogante permitirá generar evidencia científica para la posible implementación del aprovechamiento productivo de los residuos líquidos del camal, constituyendo una solución sustentable para el ambiente, la economía local y la salud de la población.

Por consiguiente, los problemas específicos son los siguientes: ¿cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” en el peso del cultivo maíz (*Zea mays*)?, ¿cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del

camal “Santa María de la Colina” en las alturas de cultivos de maíces (*Zea mays*)?, ¿cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” en la cobertura vegetal del cultivo maíz (*Zea mays*)? y ¿cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” en el suelo del cultivo maíz (*Zea mays*)?.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar el efecto fertilizante de la aplicación de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” sobre el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*) del distrito de Majes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el efecto de tres concentraciones de aguas residuales (0%, 20% y 50%) sobre la altura del cultivo maíz (*Zea mays*).
- Determinar la influencia de las tres concentraciones de agua residual en el peso fresco del cultivo maíz (*Zea mays*), a través del peso del cultivo maíz (*Zea mays*).
- Estimar el efecto de diferentes dosis de aguas residuales sobre la cobertura vegetal del cultivo maíz (*Zea mays*), utilizando técnicas de análisis de imagen.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación teórica

No existen estudios sobre el potencial fertilizante de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” en el cultivo de maíz. Dichas aguas tienen altas cargas de nutrientes, pero se desconoce su efecto concreto. El estudio busca generar nuevos conocimientos cuantitativos al respecto, evaluando en parcelas experimentales de maíz el efecto de aplicar diferentes dosis sobre variables de crecimiento. Los resultados permitirán sentar bases científico-técnicas sobre las aguas residuales del camal para futuros protocolos estandarizados de reutilización productiva en agricultura local.

1.3.2 Justificación metodológica

La investigación plantea un experimento cuantitativo a campo para determinar el efecto fertilizante de dosis crecientes del agua residual del camal sobre el maíz. Mediante un diseño con parcelas y 3 tratamientos de fertilización, se medirá en plantas variables como altura, peso

y cobertura vegetal de la planta. El enfoque cuantitativo permitirá evidenciar rigurosamente su potencial para mejorar el rendimiento de cultivos. Los datos constituirán información objetiva para sustentar futuras propuestas de reutilización agrícola de este residuo en la zona.

1.3.3 Justificación ambiental

El reúso de aguas residuales en la agricultura contribuye a la reducción de la demanda de agua dulce en la agricultura, se aprovecha un recurso que, de lo contrario, podría haber sido descartado.

Los efluentes generados por el camal municipal es una principal causa de contaminaciones ambientales, ya que generan mal olor y daño en la salud de la población; pero al ser este un agua con alto contenido orgánico puede ser empleado en el riego de cultivos cercanos de la zona, de esa manera contribuir con la fertilización. Por lo tanto, el reúso de aguas residuales como fertilizante para los cultivos es una estrategia ambientalmente justificada y sostenible, que aborda tanto la crisis hídrica como la falta de abono, al tiempo que promueve prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente. A continuación, se destaca el Objetivo de Desarrollo Sostenible - ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento, que está vinculada con el reúso de aguas residuales, específicamente la meta 6.3, que nos indica que "para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando sustancialmente el reciclado y la reutilización sin riesgos del agua a nivel mundial."

1.3.4 Justificación social

El reúso de aguas residuales contribuye a mejorar la productividad de los cultivos, generando un impacto positivo en el bienestar social, promoviendo el desarrollo económico local y mejorando el acceso a recursos hídricos, fomentando prácticas agrícolas sostenibles.

1.3.5 Importancia

El presente estudio busca generar una alternativa de solución ante los problemas que ocasiona la acumulación del agua residual que se dan en los procesos industriales del camal municipal "Santa María de la Colina", planteando una alternativa para el reúso de las aguas residuales en beneficio para la comunidad, el medio ambiente y la agricultura del distrito de Majes - Pedregal.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis general

La aplicación de las aguas residuales del camal municipal “Santa María de la Colina” en concentraciones de 20% y 50% como fertilizante mejora significativamente en el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*).

1.4.2 Hipótesis nula

No existe ninguna diferencia significativa en el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*) con diferentes concentraciones de agua residual del camal municipal “Santa María de la Colina”.

1.4.3 Hipótesis alterna

La aplicación de diferentes dosis de las aguas residuales del camal municipal “Santa María de la Colina” tiene un efecto positivo sobre el crecimiento del cultivo maíz (*Zea mays*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Sanchez (2015) hizo pública su estudio: “Efectos de concentraciones de las aguas residuales sobre las germinaciones en 7 de sus variedades de maíces (*Zea Mays. L.*)”, porque cultivar maíz es muy importante para la población de México, siendo este grano parte de su dieta y se debe asegurar su disponibilidad durante todo el año; por ello, que el estudio se basó en realizar pruebas comparativas para determinar el efecto que tiene las aguas residuales con diferentes concentraciones (0,25,50,75,100%) en la germinación de este cultivo, siendo esta una alternativa de riego que poco a poco se ha ido implementando. El resultado que se obtiene demuestra que a la mayor de sus concentraciones de aguas residuales crudas, por ello, los porcentajes de germinaciones de semillas de maíces baja mucho por la alta cantidad de sales en el agua residual y otros compuestos. Por lo tanto, no es buena idea regar con aguas residuales en este periodo (8).

El aporte que brinda Sanchez con su investigación es muy importante en este estudio, ya que como principal recomendación se tiene que el riego se realice en otro periodo de crecimiento de un cultivo, debido a que las propiedades fuera de los requeridos se puede producir un fenómeno negativo en el crecimiento y también perjudicar el suelo.

Mendez et al (2006), desarrolló la investigación denominada “los usos del agua residual para los riegos de cultivo agrícola en las agriculturas urbanas”. Estas investigaciones se centran los usos de agua residual como una opción para regar cultivos, lo que plantea varias preguntas sobre cómo manejarlas y los posibles efectos que podrían tener en los productos cosechados, en el suelo y en el medio ambiente. La fuente de riego fue el río Luyanós, en los municipios de Arroyos Naranjos. Según lo realizado, estas aguas se consideran de bajas contaminaciones porque no representan un riesgo de contaminación. Sin embargo, no deben usarse sin tratamiento previo en cultivos que se consumen directamente debido a la cantidad de microorganismos que contienen. Se crearon áreas de prueba con cultivos de zanahorias, rábanos y flor de Marigold, demostraron en las primeras recolectas es posible obtener rendimientos agrícolas elevados, debido al valor fertilizante de estas aguas residuales. Los hallazgos de la recolección del rábano, de acuerdo con el análisis bacteriológico realizado, no revelaron ningún

tipo de contaminante. La vegetación y el entorno agrícola, aún no tuvieron consecuencias. Siendo esta una alternativa de riego en cultivos que no se consuman directamente (3).

La investigación realizada por Mendez aportó como antecedente al planteamiento del problema, pues evidencia que se puede realizar las aguas residuales de baja contaminación para riegos de cultivo que no sean de consumo directo, debido a los parámetros microbiológicos que pueden afectar el cultivo.

Zamora et al (2008), publican su estudio titulado “los efectos del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie de Coro, estado Falcón”. Con el objetivo de determinar la capacidad de utilizar aguas residuales como alternativa para el riego en las zonas semiáridas del estado Falcón. Además, en el estudio, se examinaron las consecuencias químicas de ciertas propiedades en los suelos de tres unidades de producción ubicadas en la planicie de Coro: un riego constante para pasto, otro con riego ocasional para hortalizas, y un área de tierra sin usar aguas residuales. Se encontró que el uso constante de aguas residuales en los suelos cultivados con pasos aumentó notablemente los niveles de compuestos orgánicos, fósforo, potasio y magnesio. Esto significa que hubo un efecto positivo en el uso de aguas residuales, ya que ayudaron a aumentar la fertilidad del suelo (5).

El antecedente anterior, contribuye con el planteamiento del problema del estudio, aportando conocimiento sobre los nutrientes presentes en aguas residuales y el resultado de la aplicación en la fertilidad de los suelos.

Gomez (2007) desarrolló un estudio denominado “los reúsos de aguas para el riego de una parcela de cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”, realizado en la comunidad de El Aguacate, utilizando los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Jinotepe, con el objetivo de examinar los efectos de esta práctica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y los rendimientos obtenidos en comparación con una parcela de control. La administración del cultivo correspondía a la rutina habitual de los agricultores de la región, salvo que no se aplicó ningún fertilizante para aprovechar los nutrientes presentes en el agua residual tratada. El monitoreo de las características del suelo se realizó en tres fases: una fase inicial, una fase intermedia y una fase final del ciclo de cultivo. Los resultados obtenidos muestran que, estadísticamente, las variaciones observadas en las características del suelo en la zona de estudio no fueron significativas. Por otro lado, la calidad del efluente, en cuanto al contenido de nutrientes, compensa el uso de fertilizantes, ya que los rendimientos obtenidos en el estudio superaron en un 60% la media de rendimientos de maíz en la zona investigada (9).

El antecedente anterior, contribuye con el marco teórico permitiendo conocer el método para el uso de nutrientes en el agua residual tratada y la metodología enfocándose en las características del crecimiento vegetativo del cultivo maíz (*Zea mays*).

Pomboza et al (2016) realizó un estudio llamado “La influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* variedad Iceberg”. Como objetivo: “evaluar la influencia del biol con microorganismos eficaces en el cultivo ecológico de *Lactuca sativa* L (lechuga) variedad Iceberg”. Se realizaron pruebas en la finca Querochaca y antes de sembrar los cultivos se prepararon 300 litros de bio líquido con estos materiales: 75 kg de estiércol fresco de vaca y 12 kg de *Vicia sativa* L. (ortiga), *Ambrosias cumansensis* Kunth (tamisa) 12 kg, melazas 30 litros, sueros de levadura 60 litros, 3 kg, harinas de huesos 12 kg, sulfatos de magnesios 6 kg, sulfatos de zincs 4.5 kg, soluciones comerciales EM microbiana de alta eficiencia hecha en Guayaquil 3 litros y 150 litros de agua. Se llevaron a cabo estudios sobre diversas dosis de bioalcohol (2%, 4% y 6%) y se evaluaron dos frecuencias de aplicaciones (8 días y 15 días). Se implementó diseños experimentales en bloques completamente al azar, utilizando arreglos factoriales 3x2, el cual fue repetido en tres ocasiones. Se llevaron a cabo evaluaciones de los siguientes aspectos: el 5% de altura de la planta, el diámetro del tallo principal, los días hasta la cosecha, el peso y el diámetro del brote comercial, así como el rendimiento (kg por parcela neta) y el rendimiento (kg por unidad experimental). También, los resultados indicaron que la aplicación de una dosis del 6% de D3F2 cada 15 días fue efectiva para incrementar tanto el tamaño como el peso de las yemas comerciales, así como el rendimiento general. Se propone que el bioetanol podría ser una alternativa ecológica efectiva para la fertilización de cultivos orgánicos, como la lechuga, contribuyendo así a la disminución de los costos asociados a los fertilizantes químicos sintéticos (10).

El antecedente referido, contribuye con el marco teórico y metodología, permitiendo conocer el tiempo de aplicación del tratamiento para la variable independiente sobre el rendimiento del cultivo y algunos indicadores a tomar en cuenta como el peso, diámetro y la altura.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Rengifo (2022) hace pública un estudio basada en “La elaboración de biol con aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa y su efecto en la producción de maíz *Zea mays* L”, donde cuenta con el objetivo de evaluarse los efectos producidos en la producción de maíz amarillo duro, la metodología se basó en el riego con diferentes concentraciones (33.3%,43.3%,53.3%) y un testigo; los indicadores en este estudio fueron la altura y el peso del cultivo. Los resultados fueron favorables, ya que se obtuvo altos niveles nutricionales de potasio y fosforo; asimismo, la fenología del maíz fue estimulada, desarrollando e incrementando la producción y la biomasa

total, se observa la altura de las plantas superiores en comparación con el testigo, donde se ha logrado reducir el tiempo de cosecha en dos semanas (11).

El aporte de Rengifo para la presente investigación fue principalmente en los indicadores a tener en cuenta, ya que se trabajó con el mismo cultivo empleado.

A su turno, Dueñas (2021) hizo público su estudio “Del efecto de biol en las producciones de forrajes verdes hidropónicos de Zeas Mays y Medicagos sativas, en Moyobamba se tuvieron como objetivos las determinaciones de efectos biol de las producciones de forrajes verdes hidropónicos de la especie Zeas Mays y medigacos alfalfa”, se estudió el impacto del biol en las alturas de las plantas, las longitudes de la raíz y el peso del forraje verde. Además, se tomaron en cuenta tres métodos experimentales (25%, 50% y 78% de biol). Se descubrió que el uso del 50% de biol en el maíz y la alfalfa produjo los mayores promedios (tratamiento 2). Se concluye, que en la altura de la planta, la longitud de la raíz y el peso del forraje verde del maíz y de la alfalfa han sido significativamente afectados (12).

El aporte de la investigación realizada por Dueñas es de importancia para la metodología del presente proyecto, debido a que se trabaja con un tipo de maíz forrajero en el cual se aplicó diferentes concentraciones de biol para analizar su crecimiento del cultivo.

En tanto, Saldaña (2017) llevó a cabo su investigación denominada “Los efecto del Biol y Biosol obtenidos de aguas residuales del matadero municipal de Moyobamba en el rendimiento de Lactuca sativa”. El objetivo determinarse la cantidad de biols y biosoles extraídas del agua residual del matadero, así como el análisis y la composiciones del macronutriente (NPK) de estos productos para evaluar sus impactos en los rendimientos en peso de Lactuca sativas. Se empleó una metodología experimental en la que el biol y el biosol fueron extraídos de un biorreactores de lechos ascendentes de 70 L, con periodos de 60 días. La parcela demostrativa se diseñaron de forma completamente aleatoria, empleando 3 tratamientos y grupos de testigos, con tres repeticiones para cada uno de los casos. Además, en el caso del biol, se llevaron a cabo dos fertilizaciones a los 7 y 15 días, utilizando dosis de 1/7, 1/5 y 1/3 L de biol. A los 7 días de establecimientos en los terrenos definitivos, se realizó una fertilización para el biosol con dosis de 20, 40 y 60 gramos por planta, lo que resultó en un rendimiento de cosecha de 40 días. De igual manera, para el biol, las diluciones de 1/5 y 1/3 son las más aconsejables, dado que ambas obtienen resultado estadísticamente comparables, con un promedio de 125,64 g/planta y 123,80 g/planta; mientras que para el biosol solo se obtuvo un promedio de 131,78 g/planta. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de biol y biosol al cultivo de Lactuca sativa demostró ser más efectiva que no aplicar ningún tratamiento en condiciones similares. De igual manera, el único límite es que recibe poca cantidad de biosol por ello solo se pueden cosecharse una vez

que se desmonta los biorreactores, lo que hace que las generaciones no sean significativas en comparación con el biol (13).

El antecedente anterior, contribuye con el marco teórico, metodología e indicadores ya que permite conocer sobre los macronutrientes presentes en las aguas residuales y su relación con el rendimiento del cultivo.

A continuación, Gaslac (2016) hizo pública su estudio titulado “Los desarrollos de tecnología de bioabono para el incrementar las productividades; del maíces amarillos duros (*Zea mays* L.) Las variedades INIA 622, en la E.E.A El Porvenir”, tuvo como objetivo evaluar diferentes bioabonos con el fin de mejorar la productividad y obtener beneficios económicos mediante la producción orgánica de maíz (*Zea mays* L.). Para lograrlo, se efectuó un análisis en un campo experimental utilizándose diseños de block completo llevado al azar (DBCA) que incluyó seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos fueron procesados mediante el software estadístico SPSS 22, el que facilitó la realización de un análisis de varianza con niveles de significancia de $P < 0,05$ y $P < 0,01$, además de una prueba de rangos múltiples de Duncan a $P < 0,05$, junto con el cálculo del coeficiente de variabilidad (CV) y el coeficiente de determinación (R^2). Además, los hallazgos indicaron que la utilización de bioles como bioabonos resultó ventajosa, ya que son fundamentales para incrementar la productividad y gestionar plagas en el cultivo de maíz, desempeñando funciones como bioestimulante, repelente y producto orgánico que no perjudican el medio ambiente. Es importante reconocer su contribución a la conservación ambiental y la salud, así como su bajo costo (14).

El antecedente de Gaslac contribuyó con la metodología permitiendo conocer indicadores del incremento de productividad y el programa estadístico utilizado para obtener resultados del análisis de datos.

Chávez et al. (2017) Realizaron una estudio titulado “La aplicación de abono orgánico y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas”, tuvieron como objetivo analizar el impacto de la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes en el rendimiento agronómico del cultivo de lechuga. Para ello, se empleó una metodología que consistió en diseños (DBCA) con 3 a 6 tratamientos de diversas dosis de abono orgánico y biofertilizantes fueron aplicados a sus tratamientos, utilizando un control como referencia. Además, la aplicación de los abonos orgánicos se realizó durante la preparación del terreno, y la aplicación del biol se llevó a cabo a los 10, 20 y 30 días posteriores al trasplante. Durante la fase de cosecha, se evaluaron los siguientes parámetros: altura, diámetro, número de hojas, peso y rendimiento. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T8 (biol + humus + guano de islas) el más destacado. La actividad obtuvo los mayores

promedio en alturas y diámetros, con 23,43 cm y 34,33 cm. Alcanzó un promedio superior de 24 hojas por planta. Además, en cuanto a los pesos y rendimientos, el T8 también lideró con promedios de 226,1 g y 22,94 t/ha., donde las importancias de las combinaciones de abono orgánico y biofertilizantes para los crecimientos óptimos de las lechugas. (15).

El citado antecedente, contribuyó con la metodología, en cuanto a la identificación y medición de indicadores que tienen relación con la segunda variable del trabajo de investigación “rendimiento del cultivo *Zea mays*”.

La investigación titulada “Usos de agua residual tratadas para las reforestaciones con las especies algarrobos” orientada a la protección y restauración ambiental en la empresa minera Andalucita S.A. Paita, 2022”, publicada por Yovera, tuvo como objetivo evaluar la utilización del agua residual tratada provenientes de procesos mineros para las reforestaciones con las especies Algarrobos (*Prosopis pallidas*), con el propósito de proteger y restaurar los entornos ambientales en la referidas empresas mineras. La investigación empleó una metodología experimental y aplicada, considerando como variables independientes el tipo de aguas de riegos y como variable dependiente las especies forestales Algarrobos (*Prosopis pallida*). Se intentó medir cómo se relacionan o se comportan estas variables durante las evaluaciones trimestrales del tratamiento, usando aguas potables y aguas tratadas de minerías para regar el *Prosopis pallida*. Los resultados indicaron que las características morfológicas que se evaluaron, como la supervivencia de los plántones, el grosor del tallo, la altura de la planta, el tamaño de la copa, la salud de la plantación y el estado de sus plantas, no mostraron diferencias importantes desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, en cuanto a los números de rama por plantas, los riegos con agua tratadas de minerías fue mayor, tanto en cantidad como en estadísticas, que el riego con agua potable. Además, el estudio encontró que las aguas tratadas de la minería cumple con el estándar físico, químicos y microbiológicos del Reglamento de Calidad de Agua (16).

El referido antecedente, contribuye con el marco teórico ya que aporta conocimientos sobre las reutilizaciones de agua residual para riegos y su relación con el crecimiento y reforestación de una especie.

Finalmente, Ugaz (2017) hace pública su investigación denominada “El reúso de las aguas residuales, tratadas biológicamente para el regadío del jardín botánico Trujillo, La Libertad-Perú” donde el objetivo fue evaluar el reúso de las aguas residuales tratadas biológicamente para regar las áreas verdes de la ciudad de Trujillo, específicamente en el jardín botánico. Se utilizaron las siguientes variables para la evaluación: DBO5, DQO, SST, pH, N, P y coliformes fecales del colector secundario cercano al jardín botánico. El proceso biológico en la planta de

tratamiento de aguas residuales (PTAR) convierte las aguas residuales domésticas en agua adecuada para el riego de las áreas verdes del jardín botánico. Se obtuvo un caudal de 1,68 L/seg para tratar y reutilizar en un área de 12,000 m² del jardín. De igual manera, los resultados del tratamiento con biofiltros mostraron que los valores de DBO₅ y DQO fueron 320/25 y 400/55, respectivamente, con una eliminación superior al 85%. Para los parámetros de P y N (mg/l), los valores fueron 12,2/4,4 y 21/19, mientras que el coliformo fecal(E. coli, NMP/100 ml) se redujeron a 10,500/560, con una eliminación superior al 90%. En conclusión, las aguas tratadas con biofiltros son adecuada para riego o irrigación de tipo II y puede ser utilizada en el jardín botánico (17).

El antecedente anterior, contribuye con el marco teórico y la metodología para la relación a las primeras variables de estudios, en cuanto a la realización de análisis microbiológico del agua residuales para el riego e irrigaciones.

2.1.3 Antecedentes locales

Urquiza y Berrios (2020) hicieron pública su investigación denominada "Tratamientos del agua residual del camal La Colina-Pedregal usando los métodos de reactores UASB" tuvo como objetivos crear un sistema para tratar aguas residuales Camal-La Colina. Esto se hizo para reducir la contaminación causada por la disposición de estas aguas en el lugar. Para lograr esto, se utilizó un método que incluyó el análisis y diseño de la planta para tratar aguas residuales. Además, se recopilaron datos en el campo a través de un levantamiento topográfico y perimétrico del camal. También se tomaron mediciones fisicoquímicas y muestras in situ para calcular el caudal. Se llevó a cabo la recolección de agua durante una semana, considerando 3 días; se tomó muestras desde las 6:00 hasta las 14:00 horas, recolectando un total de 44 muestras para medir el caudal. La investigación llega a la conclusión que el proyecto beneficia a las áreas estudiadas porque mejorará la calidad de vida en la comunidad con el uso del método reactor UASB. Además, las estructuras diseñadas no requieren un mantenimiento complicado, solo un correcto uso y mantenimiento constante (6).

El antecedente anterior, contribuye con la ubicación geográfica para la zona de estudio y el marco teórico para el presente estudio.

Por su parte, Montaña (2021) hace pública su investigación denominada "La fotocatalisis heterogénea para la degradación de nitratos en efluentes residuales de la agricultura en el distrito de Majes, Arequipa 2021", cuyo objetivo fue determinar la reducción de nitratos mediante la aplicación del método de fotocatalisis heterogénea, utilizando dióxido de titanio (TiO₂) como catalizador y luz solar en los efluentes agrícolas del distrito de Majes. Para ello,

se empleó la siguiente metodología: se realizó los procesos de fotocatalisis heterogéneas con los dióxidos de titanios en un fotorreactores Batch con lámparas solares LED, que imitó un concentrador solar. En cada prueba se mantuvieron los siguientes parámetros: 300 ml de solución con nitratos, agitación a 500 RPM y exposición a la luz solar. De igual manera, la investigación concluye que la fotocatalisis heterogéneas usando dióxidos de titanios y luces solares, como fuentes de energías, son métodos prometedores para eliminarse nitrato y otros contaminante más duraderos en el agua. Este método se presenta como una buena opción sostenible y amigable con los medios ambientes a bajos costos (18).

La investigación de Montaña aporta información sobre el lugar de estudio, marco teórico y términos de referencia para complementar a la presente investigación.

A su turno, Del Carpio (2020) publicó su investigación denominada “Los incremento de la productividad de la chala forrajera por medio del uso de biofertilizante producido con lactosueros de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la cal Aspam – Arequipa”, con el objetivo de medir el aumento de la productividad de la chala forrajera usando diferentes cantidades de biofertilizante. Los tratamientos utilizados fueron 5: T1 (6 litros/200 litros por drenaje), T2 (9 litros/200 litros por drenaje), T3 (12 litros/200 litros por drenaje), T4 (12 litros/200 litros por aplicación foliar) y T5 (testigo). Se evaluaron los indicadores de productividad del cultivo durante su ciclo de crecimiento, según el tratamiento. Estos indicadores incluyen la altura de la planta, el número de hojas, el grosor del tallo en la base, la cantidad total de clorofila, el número de mazorcas, el diámetro de las mazorcas y el peso de la chala forrajera y el T4 destacó en todas las evaluaciones, alcanzando una altura de 205.65+/- 3.91 cm en la semana 9, evidenciando una diferencia significativa. En cuanto al grosor inicial del tallo, se encontró una diferencia de hasta un 33% entre el tratamiento 4 y el testigo, y el tratamiento 4 mostró una diferencia significativa en comparación con los otros tratamientos (19).

El antecedente de Del Carpio aporta de forma positiva al estudio con información sobre la planta de cultivo de chala forrajera por medio del uso de biofertilizante, además de la metodología ya que aplicó diferentes tratamientos evaluando su crecimiento como la altura y peso de la chala.

Finalmente, Coaguila (2018) hace pública su investigación denominada “Digestatos de biogás a partir de purines vacunos en la producción de cebolla (*Allium Cepa* L.) en zonas áridas”, con el objetivo de evaluar el efecto de dos dosis de Biosol sobre la producción del cultivo de cebolla en la Irrigación Majes. La parte experimental se realizó en una parcela experimental conducida bajo riego por goteo, estableciendo dos dosis de biosol (2 y 4 t.ha⁻¹) y cuatro niveles de biol

(20, 35, 50 y 60%) comparado con un tratamiento adicional (testigo), distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, las variables a analizar fueron: altura de planta, diámetro de bulbo, porcentaje de materia seca y rendimiento. Obteniendo como resultado que la mejor dosis de biosol fue de 2 t.ha-1 y el mejor nivel de biol fue de 50% (20).

Coaguila aporta con su investigación para el marco teórico con respecto a las aguas residuales de purines de vacuno en la producción de cultivo de planta lo que brinda información para la metodología, ya que utiliza diferentes tratamientos de aplicación; lo que servirá para analizar la variable del crecimiento de cultivo frente a la aplicación de agua residual.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Capacidad fertilizadora de las aguas residuales

Aguas residuales

Son aguas que han cambiado debido a la actividad humana y necesitan un tratamiento antes de volver a ser usadas, ser vertidas en un cuerpo de agua natural o ser desechadas en el sistema de alcantarillado (21)

Clasificación de las aguas residuales

a) Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales, de lavado y limpieza, provienen de lugares privados o públicos, incluyendo viviendas y comercios. El principal contaminante que contiene germen dañino, materias, orgánicas, solido, detergente y otras sustancias en menor cantidad (21).

b) Aguas residuales industriales

Son las que vienen de diferentes procesos de producción. Debido a su composición, no se deben desechar en el sistema de alcantarillado público sin tratamiento previo. Lizana se dicen que estos tipos de aguas residuales se puede clasificar en cinco grupos según la cantidad de agua que vertieron:

- Los efluentes son principalmente orgánicos de la industria papelera y azucarera.
- Los desechos orgánicos e inorgánicos de diferentes fuentes, como textiles, refinerías y petroquímicas, entre otras.
- Los efluentes, en su mayoría inorgánicos, provienen de la limpieza y recubrimiento de metales, minas y salinas.

- Los efluentes de materia en suspensión de los lavaderos de mineral y carbón, el corte y el pulido de mármol, etc.
- Efluente de refrigeraciones de central térmica y nuclear.

c) Aguas residuales municipales

Son las aguas sucias de una gran población que tiene materia orgánica, detergentes, aceites y grasas, entre otros; estos componentes, para ser aceptados en los sistemas de alcantarillado combinados, pueden mezclarse con aguas de lluvia o con aguas residuales industriales que hayan sido tratadas antes (21).

Características del agua residual

a) Características físicas

- Colores: Agua superficial puede verse muy coloreadas por la suspensión de materia pigmentada, pero en realidad no tienen color. El material colorante se crea cuando entra en contacto con materiales en suspensión así como las hojas, agujas de coníferas y madera, que están en diferentes etapas de descomposiciones, y está hecho de muchos extractos vegetales (22).
- Olor: Este puede usarse para hablar de su calidad, estado, origen o contenido. Sin embargo, esta propiedad puede usarse de muchas maneras para la calidad del agua (22).
- Sólidos: Son los coloidales, sólidos que se asientan y sólidos en suspensión, cuyos tamaños de partícula son más pequeños que el filtro estándar de fibra de vidrio, se llaman sólidos. Además, la cantidad de partículas atrapadas en un filtro de microfibra de vidrio que tiene poros de 1,5 micrómetros o más (22).
- Materia orgánica: son fracciones pertinentes del contaminante del agua residual doméstica municipal porque reflejan en los agotamientos de oxígenos en el cuerpo de agua (23). Se compone principalmente de carbonos, hidrógenos, oxígenos, nitrógenos, y azufres se componen de proyeina animales y vegetales carbohidratos aceite y grasa y surfactantes (23).

b) Características químicas

- Potencial hidrógeno (pH): Es una medida que establece si una sustancia es ácida, neutra o básica, evaluando la concentración de iones hidrógeno en ella. En la escala de pH que va de 0 a 14, una sustancia se considera neutra si tiene un pH de

7. Los valores de pH inferiores a 7 indican acidez, mientras que los valores superiores a 7 sugieren que la sustancia es básica. Una sustancia es neutra cuando tiene una cantidad igual de átomos de hidrógeno (H^+) y de iones hidroxilo (OH^-). La sustancia se vuelve ácida si hay una mayor concentración de átomos de hidrógeno (H^+) en comparación con los iones hidroxilo (OH^-) (22).

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales. Se mide según el oxígeno necesario para que una variedad de microorganismos descompongan estas materias orgánicas en muestras de aguas a $20\text{ }^\circ\text{C}$ durante cinco días. Además, de las demandas bioquímicas de oxígenos (DBO) se usa para medir la parte biodegradable de la materia orgánica en una muestra. También, muestra cuánta comida hay para los microorganismos en el sistema biológico (22).
- Demanda química de oxígeno (DQO): Se refiere a la cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua que puede ser oxidada. Además, la necesidad de oxígeno no está relacionada con los procesos biológicos. Este es un indicador de la cantidad de materia orgánica que puede ser destruida en el agua residual, tanto de origen residual como orgánico. (24).
- Oxígeno disuelto: la solubilización del oxígeno atmosférico esta son las principales causas de las oxigenaciones del agua, mientras que la generación de fotosíntesis, principalmente de algas, es la segunda causa. Sin embargo, por las noches, las algas usan oxígeno para vivir, utilizando parte del oxígeno que produjeron durante el día. Cuando las algas mueren, su descomposición también necesita oxígeno (22).
- Nitratos: aunque los nitratos pueden ser utilizados los fertilizantes para las plantas, son llevados por el agua y se filtran en el suelo para satisfacer las necesidades de las plantas. Además, el suelo no puede conservarlos ni absorberlos en sus componentes (22).

c) Características biológicas de las aguas residuales

- Coliformes termotolerantes: Estas son el grupo de bacteria que se encuentra solo en el intestino de los animales. Además, los coliformes fecales que provienen de una fuente específica son un buen indicador de la presencia de desechos de animales o humanos, a diferencia de los coliformes fecales que no tienen este origen claro (25). Debido a su capacidad para desarrollarse y tolerar altas temperaturas, los coliformes fecales también se conocen como coliformes termotolerantes. En los últimos tiempos, esta denominación ha ganado

importancia debido a su capacidad para extenderse a temperaturas más altas. Las presencias de humedades, además de las materias orgánicas, pH y otros factores que permiten la reproducción de coliformes fuera del intestino favorece su crecimiento (25).

- *Escherichia coli*: Son bacterias cortas y Gram negativa que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Además, es un organismo que viven en intestinos delgados de animales y personas. Aunque, algunas cepas de *E. coli* son dañinas y provoca diarrea. Las *E. coli* se clasifican según las características de sus factores de virulencia distintivos, y cada vez están más frecuentemente involucradas en infecciones cuasi-disentéricas y cuadros febriles y agudos. Las cepas producen antígeno K, que permite la colonización del intestino delgado y la producción de una enterotoxina, que causa diarrea (26).
- Huevos de helmintos: Estos son animales invertebrados que tienen una forma similar a la de un gusano y se conocen comúnmente con ese nombre. Los helmintos de vida libre y parásitos pertenecen a este grupo. Los huevos de los nematodos y los platelmintos se pueden encontrar en aguas superficiales. El agua de bebida no transmite otros parásitos (22). Los huevos fecundados tienen una forma elíptica y un tamaño de 45 a 75 micras de largo y 35 a 50 micras de ancho. La superficie exterior gruesa de ellos es mamelonada y de color café. Antes de ser infectivos, los huevos deben madurar en el suelo. Los Nematodos, como *Ascaris lumbricoides*, son gusanos redondos, mientras que los Platelmintos son gusanos acintados (22).

Agua residual de camal

Los afluentes producidos por los camales contienen una gran cantidad de desecho líquido que produce un olor muy desagradable. Además, la sangre, estiércol, pelos, huesos, grasas, proteínas y otros contaminantes solubles se encuentran en todos los efluentes (26).

a) Composición del agua residual de camal

Esta es la composición de los desechos de los mataderos depende del proceso de producción y de cómo se separan materias como sangre, intestinos y residuos del suelo. Los efluentes de la faena de vacunos y porcinos tienen concentraciones típicas (26).

Tabla 1. Concentración de contaminantes en efluentes de mataderos.

Parámetros	Valores medios	Valores máximos
DQO (mgs/L)	3500	12000
DBO5 (mgs/L)	1200	7000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mgs/L)	700	3000
NPK (mgs/L)	300	6000
Aceites y Grasas (mgs/L)	500	1500
pH	6-6.5	8-8.5

Nota: tomada de Castellanos (2013).

2.2.2 Química del suelo

Nitrógeno

a) Entradas

El aporte de nitrógeno orgánico proviene de desechos de corral, biosólidos, residuos vegetales e inmovilización de organismos del suelo (27).

b) Transformaciones

El nitrógeno que ingresa al suelo sufre muchas transformaciones. La cantidad y el tipo de reacción es la misma ya sea que la fuente sea orgánica o inorgánica. De igual manera, el nitrógeno de fuentes orgánicas se convierte en parte de la materia orgánica del suelo. Alguna de esta nitrógeno se transforma en nitrógeno inorgánico al mineralizarse (27).

c) Salidas

El nitrógeno puede perderse del suelo de varias formas. Las cosechas sacan del suelo el nitrógeno que se ha acumulado en las partes de las plantas que se han recogido. Por ello, el nitrógeno de la materia orgánica y el nitrógeno fijado como NH_4 en las arcillas se pierden por la erosión del suelo. Además, el NH_4 y el NO_3^- en solución se eliminan con el agua que se escapa. El NO_3^- no será absorbido por los coloides del suelo, lo que puede hacer que se lave hacia el agua, según la profundidad del nivel freático y la cantidad de evaporación del suelo (27).

Fósforo

a) Entradas

El fósforo se puede agregar al suelo a través de fuentes orgánicas o inorgánicas. Las fuentes orgánicas incluyen desechos de aves de corral, biosólidos y desechos vegetales. De igual manera, las fuentes inorgánicas incluyen fertilizantes de uso comercial y minerales básicos del suelo. También, los minerales del suelo sueltan fósforo cuando sufren meteorización (27).

b) Transformaciones

En este caso, la mineralización libera fósforo inorgánico de fuentes orgánicas en el suelo. También, la fijación es el proceso opuesto en el que el fósforo inorgánico se transforma en su forma orgánica. Sin importar si el fósforo es de origen orgánico o inorgánico, una parte se halla en el suelo de forma orgánica y otra de forma inorgánica (27)

c) Salidas

Cuando se retiran los cultivos de los campos, se pierde fósforo del suelo. Como el fósforo se mantiene bien en la parte sólida del suelo, pero también puede perderse por erosión. También, el fósforo disuelto puede perderse por escorrentía (27).

Potasio

a) Entradas

Las materias primas del potasio son las mismas que las del fósforo: desechos sólidos, biosólidos, residuos de cultivos, fertilizantes comerciales, impactos minerales del suelo. Aunque, a diferencia del P, el K de fuentes orgánicas existe como K inorgánico y no como un componente estructural de compuestos orgánicos (27).

b) Transformaciones

En este caso, el potasio no se ve afectado por procesos de mineralización o inmovilización. Además, el potasio inorgánico se disuelve en agua y es la única manera en que las plantas pueden absorberlo. Después de que las plantas absorben iones de potasio (K^+), este se queda en la planta en forma inorgánica. (27).

c) Salidas

El potasio se pierde del suelo al extraerlo de los campos donde se cosechan los cultivos. Las sustancias adsorbidas y fijadas en el suelo se pierden por erosión. También, en los suelos con bajo potencial de adsorción e inmovilización, el potasio puede ingresar al agua a través de lixiviación en áreas de alta precipitación (27).

2.2.3 Factores que afectan la disponibilidad del suelo

El pH

El pH del suelo es un factor importante que afecta la solubilidad de los elementos. Además, la solubilidad de los grupos hidroxilo y óxido de hierro y aluminio depende de la concentración de los grupos hidroxilo y disminuye al aumentar el pH (28).

a) Efectos del pH sobre las concentraciones de elementos principales en la solución del suelo

- Nitrógeno

La utilización del nitrógeno de las plantas depende de la actividad microbiana. Por ello, la disponibilidad de nitrógeno es mayor a un pH de alrededor de 7, donde las bacterias pueden crecer mejor porque el pH es cercano al neutro, lo que favorece los procesos de nitrificación y biofijación (28).

- Fósforo

En condiciones de pH ácido, el aluminio y el hierro son altamente solubles y los elementos precipitan junto con el fósforo como compuestos insolubles no disponibles para las plantas (28).

- Factores de capacidad

A medida que los nutrientes se eliminan de la solución del suelo, los déficits se pueden reponer a partir de fuentes de fase sólida. La concentración de la solución nutritiva a menudo se denomina factor de intensidad y la fuente en fase sólida de la solución de reposición se denomina factor de potencia (28). Se dividen en tres categorías:

- Una forma que rápidamente entra en equilibrio con la solución del suelo.
- Equilibrio moderado a lento con la solución del suelo.

- Formas que están en desequilibrio con la solución del suelo porque no hay reacciones reversibles.

Materia orgánica

Esta se muestra en suelos con alto contenido de materia orgánica y pH cercano al neutro puede producirse deficiencia de manganeso, posiblemente debido a la formación de complejos insolubles con este oligoelemento (28).

2.2.4 Cambio climático en la agricultura

La producción agrícola es esencial para nuestra supervivencia y nuestra economía, pero enfrenta grandes desafíos debido a las condiciones climáticas cambiantes (29).

Los cambios en los patrones climáticos, como en las precipitaciones o un aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, pueden afectar significativamente el rendimiento de los cultivos. De igual manera, el climático puede cambiar las condiciones necesarias para el crecimiento, lo que significa que algunas áreas pueden volverse menos productivas, mientras que otras pueden beneficiarse, al menos en el corto plazo (29).

Por otro lado, cuando aumentan las temperaturas puede provocar la propagación de plagas y enfermedades en las plantaciones, reduciendo aún más los rendimientos agrícolas y aumentando el precio de producción, lo que requiere una mayor inversión en métodos de control. Finalmente, cabe mencionar la contribución del cambio climático a la reducción de los recursos hídricos. Además, la falta de agua de riego puede tener efectos devastadores en las tierras agrícolas, además de las regiones áridas y semiáridas (29).

2.2.5 Rendimiento del cultivo *Zea mays* (“maíz”)

***Zea mays* (maíz)**

Una planta monocotiledónea ampliamente cultivada en todo el mundo, es uno de los alimentos esenciales de muchas personas. Las especies del género *Tripsacum* pertenecen a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas, y son formas salvajes parientes del maíz, también originarias de América, pero sin valor económico directo (8).

En Majes, una región principalmente dedicada al ganado, el 45 % del área agrícola se dedica al cultivo de alfalfa, un cultivo forrajero destacado por su alto contenido proteico. Después, la producción de maíz forrajero, que actualmente representa aproximadamente el 25 % del área

agrícola, es crucial debido a su fuente de energía y materia seca para el ganado lechero y de engorde, principalmente en ensilado (8).

Características morfológicas del *Zea mays* (“maíz”)

a) Tallo

El tallo es erguido, de larga longitud y puede alcanzar una altura de hasta cuatro metros. Es fuerte y no tiene ramificaciones. El tallo tiene tres capas: la capa externa que es impermeable y transparente, una pared que deja pasar los alimentos y las medulas de tejidos esponjosos y blancos que guarda reservas de alimentos, principalmente azúcares (8).

b) Hojas

Son largas, de gran tamaño, lanceoladas y alternas estas abrazan al tallo y por el haz presentan una serie de vellosidades. La forma de ellos es alargada y está estrechamente arrollada al tallo en el que nacen las espigas o también llamadas mazorcas (8).

Asimismo, las hojas están relacionadas con la cobertura vegetal y rendimiento del cultivo; ya que, a mayor cobertura vegetal, significa un mayor crecimiento del cultivo y se puede evidenciar la medida o área que ocupa toda la superficie total de las hojas de una planta (8).

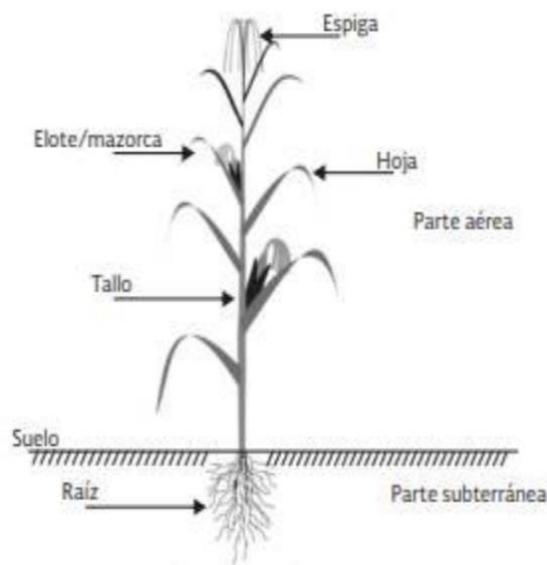


Figura 1. *Parte subterránea y área que compone el maíz. Tomada de Sanchez (30).*

Variedades de *Zea mays* (“maíz”)

El maíz presenta una gran variedad de tipos según factores como el tipo de endosperma, el color del grano, el entorno de cultivo, la madurez y el uso. Los más importantes económicamente son los maíces harinosos, dentados y duros. Existen seis variedades principales: Palomero Toqueño (origen de los maíces reventones), los Complejos Chapalotes Nal-Tel (ancestro de muchas razas en México, Colombia y América Central), la raza Pira (origen de los maíces duros tropicales de endospermo amarillo), la raza Confite Morocho (antecesor de los maíces de ocho hileras), la raza Chullpi (creador de los maíces dulces) y raza Kculli (origen de maíces con coloración especial en la aleurona y el pericarpio) (8).

Fertilización del Zea mays (“maíz”)

El maíz presenta una elevada existencia nutricional que permite compararlo con otros cultivos. Por lo tanto, en el plan de fertilización se deben considerar los resultados del análisis químico del suelo, lo que asegura la disponibilidad de nutrientes necesarios para las plantas y previene gastos innecesarios (8).

Sin embargo, los suelos donde se cultiva maíz, generalmente, no tienen los nutrientes que las plantas necesitan para crecer bien ni producen buenos rendimientos. Por eso, es necesario usar fertilizantes (8).

Clasificación Taxonómica

El maíz (*Zea mays*) son especie de gramínea anual que viene de América y que se trajo a Europa en el siglo XVII. En la actualidad, es el cereal que más se produce en todo el mundo, incluso más que el trigo y el arroz (8).

- REINOS: Plantae
- DIVISIONES: Magnoliophytas
- CLASES: Liliopsidas
- SUBCLASES: Commelinidae
- ORDEN: Poales
- FAMILIAS: Poaceae
- SUBFAMILIAS: Panicoideae
- TRIBUS: Andropogoneae
- GÉNEROS: Zea
- ESPECIES: *Zea mays*

Riego del Zea mays (“maíz”)

La aplicación de riego se da durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. Es por ello que los riegos deben ser frecuentes desde el inicio de la floración hasta el estado lechoso del grano, mientras se realice el riego con mayor frecuencia se tendrá un mejor rendimiento de forrajes. No se recomiendan regar los cultivos antes del corte de los forrajes (8).

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Aguas residuales

Son las aguas a las cuales se ha modificado sus propiedades originales es decir que se encuentra contaminada por sustancias generadas por el hombre (31).

2.3.2 Aguas residuales del camal

Son las aguas que tienen mucha materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, principalmente productos en descomposición, y tienen un alto contenido de grasas (6).

2.3.3 Efluente

Descargas de agua residual que se liberan al medio ambiente, se tratan o se eliminan sin tratar se refiere, en general, a la contaminación del agua, pero también puede incluir las emisiones de chimeneas u otros desechos que se arrojan al medio ambiente (32).

2.3.4 Potencial hidrógeno (pH)

Valores que representan las acideces o alcalinidades de soluciones acuosas, con un rango de 0 a 14 que representa si la solución es ácida o alcalina (32).

2.3.5 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La cantidad de oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica presente en una muestra de agua. (32).

2.3.6 Demanda química de oxígeno (DQO)

Determinación del volumen de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica presente en el agua residual, empleando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un entorno ácido y a temperaturas elevadas. (33).

2.3.7 Conductividad

La conductividad se define como medidas cuantitativas de las habilidades de soluciones para transportar corrientes eléctricas estas habilidades se encuentran condicionando las presencias de ion y sus concentraciones totales de sus movilidades, valencias y concentracoion relativa además de la temperatura de mediciones. (22).

2.3.8 Escherichia coli

Se encuentra presente en las heces de procedencia tanto humana como animal. Se encuentra en aguas residuales, en aguas y suelos naturales que han experimentado contaminación reciente, originada por seres humanos, actividades agrícolas, fauna y aves salvajes. (31).

2.3.9 Coliformes termotolerantes

De esta manera debido a su capacidad para tolerar temperaturas de hasta 45 oC, estos microorganismos representan indicadores de calidad debido a su procedencia. Principalmente se encuentran representados por Escherichia coli, aunque también pueden hallarse la especie Citrobacters freundiiis y Klebsiellas pneumoniaes. Esta última pertenecen al coliforme termotolerante; sin embargo, su procedencia suele ser ambiental y únicamente en circunstancias excepcionales forman parte del microbiota convencional (31).

2.3.10 Materia orgánica

Consiste en contaminantes biodegradables, es decir, que son susceptibles de ser degradados en compuestos más simples a través de la acción de microorganismos naturales presentes en el agua, cuyo desarrollo es propiciado por las condiciones térmicas y nutrientes de las aguas residuales. (31).

2.3.11 Nitrato

El nitrato se define como un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno y tres átomos de oxígeno, representado químicamente por el símbolo NO₃. En términos generales, el nitrato no constituye un peligro para la salud, a menos que se transforme en nitrito (22).

2.3.12 Fósforo

Se trata de un nutriente indispensable para el desarrollo de los microorganismos. Sin embargo, valores elevados pueden inducir problemas de hipereutrofización en cuerpos hídricos lóticos, tales como lagos, embalses y lagunas. (23).

2.3.13 Potasio

Representa uno de los nutrientes fundamentales para el desarrollo vegetal. La forma iónica (K^+) es absorbida por las raíces y permanece dentro de las plantas, participando en diversos procesos bioquímicos y metabólicos. (34).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

La investigación se enmarca en un paradigma positivista, debido a que tiene como objetivos comprobar la hipótesis por estadística (33). En el presente caso, el trabajo de investigación busca comprobar la capacidad fertilizadora del agua residual del camal municipal “Santa María de la Colina”, en las características del crecimiento vegetativo de la especie *Zea mays*, mediante la prueba estadística ANOVA, para evaluar las medias de dos o más grupos mediante pruebas de hipótesis.

Asimismo, presenta un enfoque cuantitativo, consistente en llevar a cabo un conjunto de procesos secuenciales y la recolección de datos para comprobar la hipótesis planteada con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (35). El trabajo de investigación tiene relación con este enfoque, ya que se realizó un conjunto de procesos para la recolección de datos relacionados con el crecimiento vegetativo del *Zea mays*.

El método a aplicar es el científico de tipo hipotético deductivo, debido que se realiza en el campo experimental y cuantitativo; busca evaluar la influencia de la capacidad fertilizadora del agua residual del camal municipal “Santa María de la Colina”, en las características del crecimiento vegetativo de la especie *Zea mays*. En un estudio realizado por Sanchez, se detalló que el método científico de tipo hipotético deductivo se basó en la aplicación de premisa general para llegar a las conclusiones particulares permitiéndose los incrementos de las teorías de las que partió y los planteamientos de solución a su problema, tanto en los ámbitos teóricos o prácticos y no podrían impulsarse a sus reformulaciones hasta agotarse el intento para hacerlas veraces.

Además, se define la investigación de tipo básica o la investigación pura, teórica o dogmática también se conoce como investigación. Se distingue por su origen en un marco teórico y su permanencia en dicho marco. El propósito se centró en la expansión de los conocimientos científicos, sin establecer un contraste con ninguna faceta práctica (30).

Por lo tanto, la investigación planteada de tipo básica busca llenar el vacío teórico sobre el desconocimiento de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal municipal

“Santa María de la Colina”, en el rendimiento del cultivo *Zea mays* y contribuye con conocimiento teórico para la reutilización de aguas residuales.

No obstante, se desarrolla un alcance explicativo o causal, El estudio se centra en la interrelación entre variables, con el objetivo de discernir el impacto positivo o negativo que puede desencadenar una modificación imprevista de las variables independientes en un producto o servicio. La indagación causal se caracteriza por su naturaleza experimental y estadística, y puede llevarse a cabo tanto bajo la supervisión del investigador en un laboratorio como en un escenario donde la manipulación fue restringida (14). Por tanto, la investigación busca la relación entre las variables; la capacidad fertilizadora de aguas residuales, en el rendimiento del cultivo *Zea mays*, ya que se evalúa su efecto positivo o negativo que se produce en el crecimiento vegetativo.

3.2 Diseño de la investigación

La presente investigación se ejecuta con un diseño experimental puro ya que incluye dos grupos: uno que recibe tratamiento y otro que no recibe tratamiento como grupo control.

Para el diseño experimental se considera realizarlo en tres parcelas, dando una distribución de un tratamiento por parcela, contando con dos grupos tratamiento y un grupo control, en este caso las parcelas representan unidades experimentales con tratamiento (T2 y T3) y control (T1).

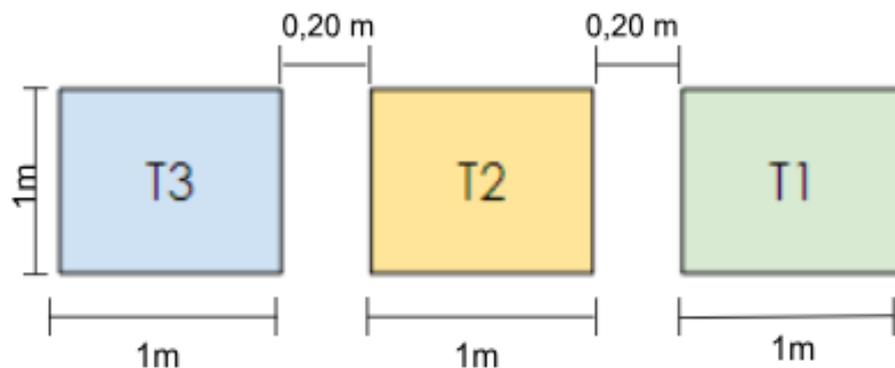


Figura 2. *Diseño experimental.*

Las parcelas tienen las siguientes características:

- Número de tratamientos: 3
- Número total de muestras: 27
- Número de parcelas: 3
- Dimensión de las parcelas: 1m x 1m

- Áreas totales de ensayos: 3.60 m²
- Distancias de siembras entre surco: 0.10m
- Distancias entre plantas: 0,15 m
- Distancias entre tratamientos: 0,20 m

Una vez instaladas las parcelas de 1 metro * 1 metro, se procede con la siembra del Zea mays en las parcelas previamente acondicionadas, ubicando 9 muestras por parcela, de los cuales se sembró 5 semillas por muestra.

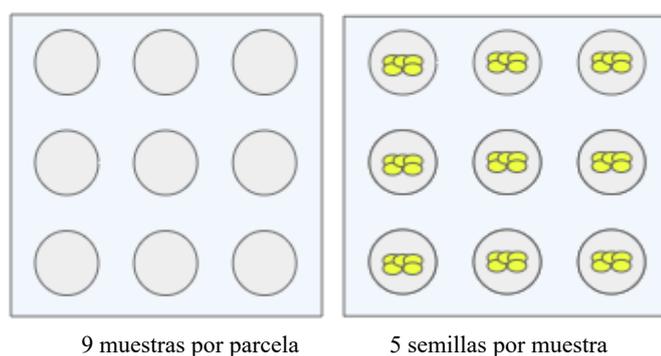


Figura 3. *Diseño experimental 2.*

Tabla 2. Disposición de riegos.

Riego semanal (agua sin tratamiento)						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		X			X	

Por lo tanto, se realiza dos veces a la semana el riego directo sin ningún tratamiento, a las tres parcelas.

El diseño de la presente investigación se basa en la publicación de Cabos Sánchez et al. del año 2019, en donde se proponen concentraciones de 20% y 50% para cada tratamiento, debido a su óptimo resultado en el crecimiento vegetativo (36).

Por ende, se considera a T3 el tratamiento con concentración de 50%, T2 la muestra con concentración de 20% y T1 la muestra de concentración 0% o tratamiento control.

Para el riego de las parcelas con tratamiento se utiliza un bidón con una capacidad de 7L, del cual se utilizó el 70 % de toda su capacidad.

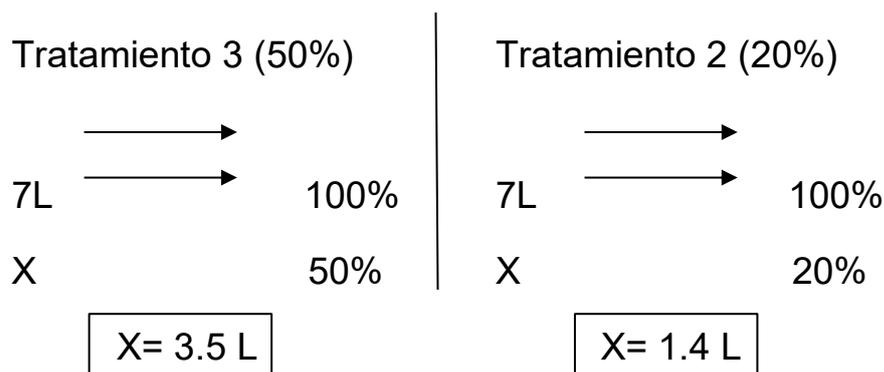


Figura 4. Disposición de riego por tratamiento.

Por consiguiente, se consideran volúmenes de 3.5 L para el tratamiento T3 y 1.4 L para el tratamiento T2.

Asimismo, se plantea realizar 3 riegos con agua residual para los grupos con tratamiento.

Tabla 3. Fechas de riego y cantidades suministradas.

Fechas de Riego con agua residual			
	Primer Riego	Segundo Riego	Tercer Riego
	9 de abril	23 de abril	7 de mayo
Cantidades suministradas por cada riego			
T3	3.5 L	3.5 L	3.5 L
T2	1.4 L	1.4 L	1.4 L

Para la toma del muestreo, se emplea el método censal; de esa forma, tener muestreo de toda la población, ya que es necesario saber los resultados de todas las muestras o cuando se cuenta con una población de fácil acceso.

La recopilación de datos del muestreo se realiza luego de 2 meses después de la siembra.

3.3 Población y muestra

La presente investigación tiene como universo a las plantas de la especie *Zea mays* del distrito de Majes, El Pedregal, debido a que el distrito de Majes, El Pedregal, cuenta con 52,754 hectáreas sembradas de forrajes, de las cuales 2,426 hectáreas son de maíz forrajero, con variedades Opaco, Malpaso y PM 212 (37). En cuanto a la población, la investigación cuenta

con 3 parcelas que contienen 9 plantas por parcela de 1m x 1m siendo un total de 27 plantas de la especie *Zea mays*.

Para tener una muestra representativa, la investigación se centra en realizar el análisis a 9 plantas de la especie *Zea mays*, debido a la aplicación de la técnica de muestreo regular que da como resultado la evaluación de 5 plantas por parcela.

En las presentes investigaciones, se utiliza los muestreos censales ya que este muestreo es toda la población. Este tipo de método se utiliza cuando es necesario saber los resultados de todas las muestras o cuando se cuenta con una población de fácil acceso (38).

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

La técnica de la presente investigación se desarrolla con análisis observacional y de descripción, en el cual se aplica para determinar el peso, altura y cobertura vegetal.

3.4.2 Instrumentos

a) Cinta Métrica

La cinta métrica también llamada flexómetro es un instrumento de medición.

La cinta métrica cuantifica las magnitudes de anchura y longitud, o más precisamente las distancias entre puntos. Estas son magnitudes físicas que determinan la dimensión de un objeto o la distancia entre uno y otro (12).

b) Balanza

Balanza marca Dakota, modelo EB-50, cuenta con una capacidad de 5kg y su función permite medir en Gr, Kg, LB, Oz. En cuanto al sistema de alimentación esta se da por corriente directa 220v y cuenta también con una batería incorporada recargable (39).

c) Software Canopeo

Canopeo es una herramienta rápida que permite calcular la cobertura del tapiz vegetal o dosel. La aplicación cuantifica el porcentaje de cubierta vegetal verde viva de cualquier cultivo agrícola, césped o pastizal mediante la toma de fotografías o vídeos obtenidos con el móvil, su

funcionamiento se fundamenta en la colorimetría, proporcionando resultados de manera significativamente más precisa que los ensayos visuales (28).

3.4.3 Prueba estadística

Las pruebas estadísticas que se utilizarán en el presente trabajo de investigación son las pruebas Anova, Shapiro -Wilk y Post-Hoc de Tukey.

Prueba ANOVA, para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre dos o más muestras. Para ello se debe comparar la media y la varianza de cada grupo (39).

Prueba de Shapiro-Wilk, evalúa si un conjunto de datos sigue una distribución normal (39).

Prueba Post-Hoc de Tukey, permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes (39).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Resultados de análisis de laboratorio - Agua residual

A continuación, se presentarán los datos obtenidos del análisis de agua residual del camal municipal “Santa María de la Colina” por el laboratorio BHIOS Laboratorios.

Tabla 4. Cuadro comparativo de los parámetros ECA con los resultados del agua residual del camal.

Nº	Parámetro	Unidad de medida	Agua para riego según ECA	Unidad de Medida	Agua Residual
01	Huevos de Helminto	Huevo/L	1	Huevo/L	<1
02	Numeración de Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	NMP/100 ml	700000
03	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100 ml	1000	NMP/100 ml	70000
04	Conductividad	(µS/cm)	2 500	(µS/cm)	8400
05	Bicarbonatos	mg/L	518	mg/L	114.92
06	PH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	Unidad de pH	8.3

En la tabla 04 se presentan los parámetros analizados junto con sus respectivos valores, comparados con un valor establecido en el estándar de calidad de categoría 3 referente a los riegos vegetales, según lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 004-201.

Respecto a los parámetros microbiológicos y parasitológicos, el análisis de los huevos de helminto cumplió con los valores establecidos en los estándares normativos. No obstante, los parámetros de Escherichia coli y coliformes termotolerantes mostraron un valor significativo de 700,000 NMP/100 ml en la muestra, lo que excede ampliamente los límites permisibles establecidos. El hallazgo es de especial relevancia para investigaciones futuras, dado que la

concentración elevada de estos microorganismos patógenos podría representar un riesgo considerable para la salud pública, afectando tanto la seguridad del agua como las calidades del producto agrícola irrigados con esta fuente.

En cuanto a los parámetros físico-químicos, la conductividad eléctrica presenta un límite establecido de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ conforme a los estándares normativos; sin embargo, el valor obtenido en el análisis del agua residual fue de 8400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que excede de manera significativa el límite aceptable, indicando un alto contenido de sales disueltas en el agua. El exceso de sales puede tener implicaciones importantes en la calidad del agua para su uso agrícola y en los sistemas de tratamiento. Adicionalmente, los parámetros de bicarbonatos y pH fueron analizados, con resultados de 114,92 mg/L y 8,3 unidades de pH, respectivamente. Ambos parámetros se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA para aguas de las categorías 3, lo cual es favorable. No obstante, se debe considerar que niveles elevados de bicarbonatos pueden favorecer el incremento del pH, lo que a su vez podría generar dificultades operativas en los procesos de tratamiento y potabilización del agua.

Tabla 5. Requerimiento nutricional de NPK del maíz (*Zea mays*).

Nutriente	Rango (kg/ha)
Nitrógeno	120-250
Fósforo	50-80
Potasio	100-150

Para convertir de kg/ha a mg/L, necesitamos algunos supuestos:

- Densidad del suelo: Generalmente se asume una densidad de 1.3 g/cm³.
- Profundidad del suelo considerada: Normalmente se usa 0-30 cm (es decir, 30 cm = 0.3 m).
- Conversión de unidades:
- 1 ha (hectárea) = 10,000 m²
- 1 kg = 1,000,000 mg
- Volumen del suelo afectado = 10,000×0.3=3,000m³
- Masa del suelo afectado (suponiendo 1.3 g/cm³) = 3,000×1,300 = 3,900,000 kg de suelo

Conversión:

La concentración en mg/kg se obtiene dividiendo la cantidad de nutriente (en mg) entre la masa total del suelo:

$$\frac{\text{kg/ha} \times 1066}{\text{-----}}$$

$$3,900,000$$

$$\text{mg/kg} = \text{kg/ha} \times 106$$

$$\frac{\text{-----}}{3,900,000}$$

Los siguientes resultados de la conversión:

Tabla 6. Cuadro comparativo del requerimiento nutricional de NPK del maíz (*Zea mays*) con el agua residual del camal.

Nutriente	Agua residual (mg/L)	Conversión(mg/L)
Nitrógeno	<0.10	31 - 64 mg/L
Fósforo	33.65	13 - 21 mg/L
Potasio	287.11	26 - 38 mg/L

En la tabla 06 se puede apreciar que el nitrógeno se encuentra en un nivel extremadamente bajo, ya que es casi inexistente comparado con el rango normal, lo que puede indicar una deficiencia severa de nitrógeno. En cuanto, al fósforo se observa un alto valor por encima del rango estimado, esto podría significar una acumulación de fósforo, lo que puede ser beneficioso, pero valores muy altos pueden generar bloqueos de otros nutrientes. Para el Potasio, se evidencia que el valor es mucho mayor al rango estimado, lo que indica una posible sobreacumulación de potasio en el suelo. Ello podría generar un desequilibrio nutricional, afectando la absorción de calcio y magnesio por las plantas.

4.1.2 Cuantificando el efecto de tres concentraciones de aguas residuales (0%, 20% y 50%) sobre la altura del cultivo maíz (*Zea mays*)

A continuación, se mostrará los resultados obtenidos del indicador altura en el rendimiento del cultivo *Zea mays*, que se evaluaron durante los desarrollos de las investigaciones. Se realizó la medición de la altura tras un periodo de 2 meses de las siembras de cultivos *Zea mays*, mismo resultado que se muestra por consiguiente.

Tabla 7. Altura del cultivo maíz (*Zea mays*) según los tratamientos aplicados.

Tratamiento control		Tratamiento al 20%		Tratamiento al 50%	
Muestras	Altura (m)	Muestras	Altura (m)	Muestras	Altura (m)
M01	0,32	M01	1,10	M01	1,50
M02	0,92	M02	0,90	M02	1,25
M03	0,61	M03	1,50	M03	1,15
M04	0,62	M04	1,20	M04	1,40
M05	0,65	M05	1,08	M05	1,45
M06	0,24	M06	1,10	M06	1,55
M07	0,66	M07	1,05	M07	1,40
M08	0,72	M08	1,10	M08	1,40
M09	0,81	M09	1,20	M09	1,25
Promedio	0,62	Promedio	1,14	Promedio	1,37
Desviación estándar	0,22	Desviación estándar	0,16	Desviación estándar	0,13

De acuerdo a la tabla anterior, se aprecia que de las muestras evaluadas sobre cultivo maíz, en el tratamiento control hubo una altura promedio de 0,62 m ($\pm 0,22$); en el tratamiento con 20% de dosis de aguas residuales se obtuvo una altura promedio de 1,14 m ($\pm 0,16$); y en el tratamiento con 50% de dosis se llegó a obtener una altura promedio de 1,37m ($\pm 0,13$). Por lo cual, en promedio hubo una mayor altura del cultivo de maíz en lo concerniente al tratamiento al 50%.

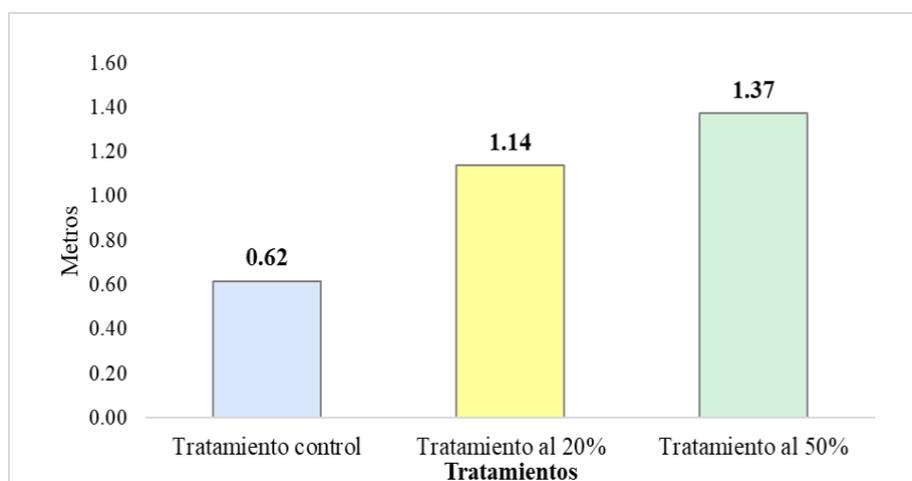


Figura 5. Promedios de la altura del cultivo maíz (*Zea mays*) según los tratamientos aplicado.

De acuerdo a la figura, se aprecia que el promedio mayor de altura del cultivo de maíz alcanzado fue de 1,37m, mediante la utilización del tratamiento con dosis al 50% de aguas residuales. Dicha altura supera en 0,23 m al tratamiento con dosis al 20,0% (1,14 m), supera en 0,75 m al tratamiento control (0,62 m).

Tabla 8. Prueba de Shapiro-Wilk sobre las alturas de cultivos maíz (*Zea mays*) según el tratamientos aplicados.

Tratamientos	Estadístico	gl	p
Tratamiento control	0,920	9	0,395
Tratamiento al 20%	0,859	9	0,094
Tratamiento al 50%	0,936	9	0,539

De acuerdo a las informaciones obtenidas en las tablas, se observan que hubo valores por encima de 0,05 respecto del tratamiento control ($p = 0,395$), el tratamiento al 20,0% de aguas residuales ($p = 0,094$), y el tratamiento al 50% de aguas residuales ($p = 0,539$). Lo cual quiere decir que sí hubo distribuciones normales en la data de los tratamientos. Por lo cual, resulta propicio la utilización de la prueba de ANOVA, y también la pruebas Post-Hocs de Tukeys.

Tabla 9. Prueba de Anova sobre las alturas de cultivos maíz (*Zea mays*).

	Sumas de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	p
Entre grupo	2,690	2	1,345	44,773	0,000
Dentro de grupo	0,721	24	0,030		
Totales	3,411	26			

De acuerdo a la tabla hubo un p de 0,000 ($p < 0,05$). Por lo cual, se permite indicar que al menos uno de los tratamientos aplicados se diferencia significativamente de los demás, respecto a las alturas de cultivos de maíz.

Tabla 10. Prueba Post-Hoc de Tukey sobre las alturas de cultivos maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	N	Subconjuntos para alfa = 0.05		
		1	2	3
Tratamientos control	9	0,6167		
Tratamientos al 20%	9		1,1367	
Tratamientos al 50%	9			1,372
				2
p		1,000	1,000	1,000

De acuerdo a la tabla, se aprecia que la prueba de Tukey dividió en 3 columnas los promedios sobre altura del cultivo de maíz. De tal manera que entre cada promedio hubo diferencias significativas. Asimismo, los dos tratamientos con aguas residuales evidencian promedios significativamente mayores. Por lo cual, la aplicación del agua residual del camal-municipal "Santa María de la Colina", como fertilizantes, tiene efectos positivos en la altura del cultivo maíz (*Zea mays*).

4.1.3 Determinación de la influencia de las tres concentraciones de agua residual en el peso fresco del cultivos maíz (*Zea mays*), a través del peso del cultivo maíz (*Zea mays*)

Tabla 11. Peso del cultivos maíz (*Zea mays*) según los tratamientos aplicados.

Tratamiento control		Tratamiento al 20%		Tratamiento al 50%	
Muestras	Peso (g)	Muestras	Peso (g)	Muestras	Peso (g)
M01	2,80	M01	9,98	M01	98,45
M02	7,28	M02	7,90	M02	72,30
M03	4,88	M03	12,45	M03	11,76
M04	5,18	M04	12,15	M04	26,20
M05	5,24	M05	11,05	M05	16,40
M06	1,80	M06	10,98	M06	78,50
M07	5,55	M07	9,87	M07	78,60
M08	6,25	M08	9,99	M08	66,80
M09	5,96	M09	10,67	M09	23,40
Promedio	4,99	Promedio	10,56	Promedio	52,49
Desviación estándar	1,70	Desviación estándar	1,36	Desviación estándar	32,72

Tal como se observa en la tabla, de las muestras evaluadas sobre cultivo maíz, en el tratamiento control hubo un peso promedio de 4,99 g ($\pm 1,70$); en el tratamiento con 20% de dosis de aguas residuales se obtuvo un peso promedio de 10,56 g ($\pm 1,36$); y en el tratamiento con 50% de dosis se llegó a obtener un peso promedio de 52,49 g ($\pm 32,72$). La información indica que en promedio hubo un mayor peso del cultivo de maíz respecto del tratamiento al 50%.

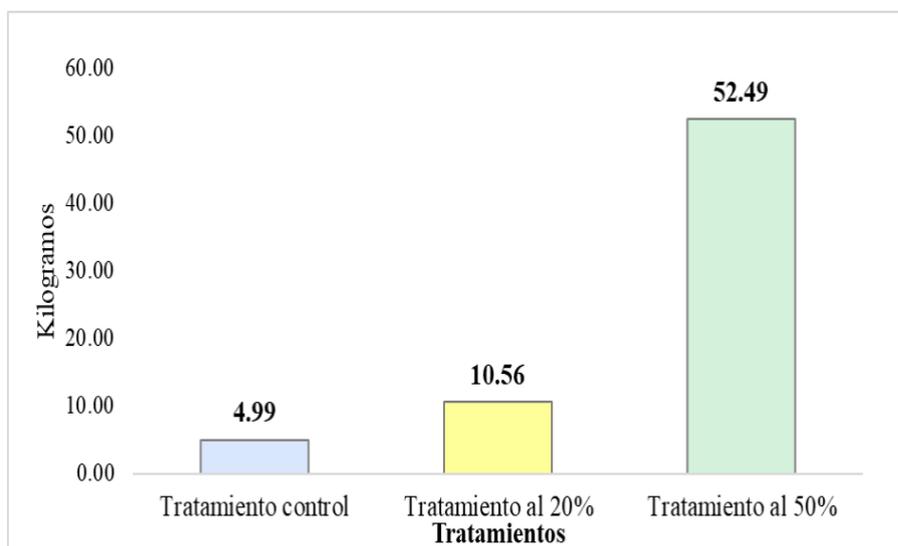


Figura 6. Promedios del peso del cultivo maíz (*Zea mays*) según los tratamientos aplicados.

Conforme se evidencia en la figura, el promedio mayor de peso del cultivo maíz alcanzado fue de 52,49 g, mediante la utilización del tratamiento con dosis al 50% de aguas residuales. Tal peso supera en 41,93 g al tratamiento con dosis al 20,0% (10,56 g), y supera en 47,50 g al tratamiento control (4,99 g).

Tabla 12. Prueba de Shapiro-Wilk sobre el peso del cultivo maíz (*Zea mays*) según los tratamientos aplicados.

Tratamientos	Estadístico	gl	p
Tratamiento control	0,911	9	0,324
Tratamiento al 20%	0,941	9	0,590
Tratamiento al 50%	0,874	9	0,134

Tal como se muestra en la tabla, hubo valores por encima de 0,05 en relación al tratamiento control ($p = 0,324$), el tratamiento al 20,0% de aguas residuales ($p = 0,590$), y el tratamiento al 50% de aguas residuales ($p = 0,134$). Los datos indican que sí hubo distribución normal en los

datos de los tratamientos. Conforme a estos resultados es adecuada la utilización de la prueba de ANOVA y también las pruebas Post-Hocs de Tukey.

Tabla 13. Prueba de Anova sobre el peso del cultivo maíz (Zea mays).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	12135,350	2	6067,675	16,924	0,000
Dentro de grupos	8604,530	24	358,522		
Total	20739,881	26			

Tal como se aprecia en la tabla, hubo un p de 0,000 ($p < 0,05$). De manera que se puede indicar que al menos uno de los tratamientos aplicados se diferencia significativamente de los demás, respecto del peso del cultivo de maíz.

Tabla 14. Prueba Post-Hoc de Tukey sobre el peso del cultivo maíz (Zea mays).

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tratamiento control	9	4,9927	
Tratamiento al 20%	9	10,5600	
Tratamiento al 50%	9		52,4900
p		0,809	1,000

Conforme a la tabla, se evidencia que la prueba de Tukey dividió en 2 columnas los promedios sobre el peso del cultivo de maíz. Por lo cual hubo igualdad significativa entre el tratamiento control y el tratamiento al 20,0%; pero hubo diferencias significativas con el tratamiento al 50%. Asimismo, el tratamiento al 50% con aguas residuales muestra un promedio significativamente mayor. Por lo cual, la aplicación del agua residual "Santa María de la Colina", como fertilizante al 50%, tiene un efecto positivo en el peso del cultivo maíz (Zea mays).

4.1.4 Estimación del efecto de diferentes dosis de aguas residuales sobre la cobertura vegetal del cultivo maíz (*Zea mays*), utilizando técnicas de análisis de imagen

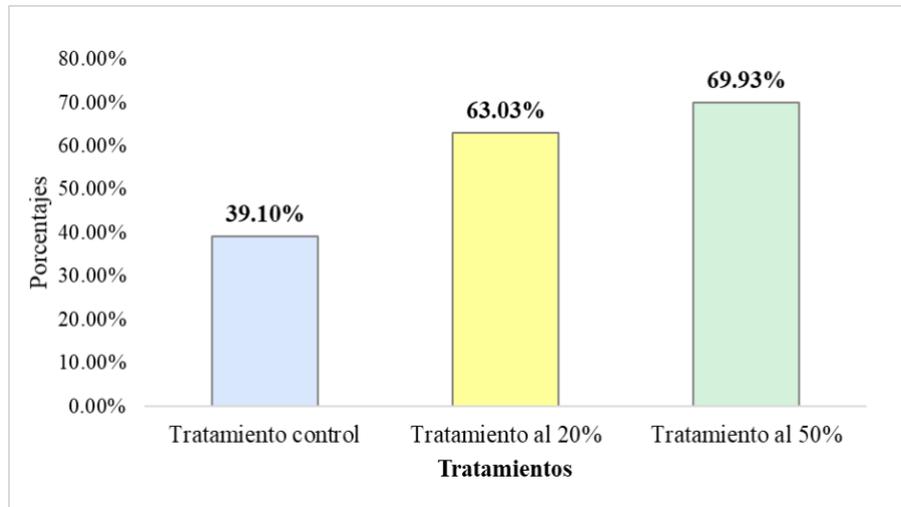


Figura 7. Cobertura vegetal del cultivo (*Zea mays*) según los tratamientos.

Según la figura, de las muestras evaluadas sobre cultivo maíz, en el tratamiento control hubo una cobertura de 39,10%, en el tratamiento con 20% de dosis de aguas residuales se obtuvo una cobertura vegetal de 63,03%, y en el tratamiento con 50% de dosis se llegó a obtener una cobertura vegetal de 69,93%. La información indica que en mayor medida hubo una mayor cobertura vegetal utilizando el tratamiento al 50%.

4.2 Prueba de hipótesis

En vista del hallazgo que la aplicación de las aguas residuales "Santa María de la Colina" como fertilizantes tienen efectos positivos en las alturas de cultivos maíz (*Zea mays*), también en el peso del cultivo utilizando el tratamiento al 50%, y aumenta la cantidad de la cobertura vegetal; con estos resultados se apoya nuestra hipótesis inicial que la aplicación del agua residual en el canal municipal "Santa María de la Colina" en concentraciones de 20% y 50% como fertilizante mejora significativamente en los crecimientos de cultivos maíz (*Zea mays*), ya que observamos un incremento del 0.75m en altura, 47.5m de peso y 30.83% en cobertura vegetal con una concentración al 50% en comparación del grupo control.

4.3 Discusión de resultados

El maíz (*Zea mays*) resulta una planta cuyo cultivo exige diversos nutrientes en comparación a otros cultivos. De tal manera que es adecuado tomar en cuenta el análisis físico químico del

suelo. Asimismo, los suelos en donde se suele cultivar el maíz no tienen suficiente capacidad para brindar los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de la planta o su rendimiento óptimo (Sánchez, 2015). Por tal motivo, se propuso conocer el efecto de las aguas residuales del camal "Santa María de la Colina" sobre los crecimientos de cultivos maíz (*Zea Mays*) del distrito de Majes.

Acerca del efecto de diferentes dosis de aguas residuales sobre la altura del cultivo maíz, se encontró que el tratamiento al 20% y al 50% presentan una mayor cantidad de metros de altura en comparación con el tratamiento control. Asimismo, mediante la prueba de Anova ($p = 0,000$) y posteriormente la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se halló que la aplicación de las aguas residuales del camal municipal "Santa María de la Colina" como fertilizante tiene una mejora significativa en la altura del cultivo maíz (*Zea mays*). Dicho resultado tiene cierto parecido al de Saldaña (2019), quien efectuó un estudio para evaluar el efecto del biol de aguas residuales del matadero municipal de Moyobamba para mejorar el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa*). La información permitió encontrar que hubo un efecto significativo del biol en la altura de la planta, habiendo utilizado la prueba de Anova ($p < 0,05$) y la de Tukey ($p < 0,05$). Asimismo, también existe similitud con el estudio de Del Carpio (2020); el autor, halló un incremento significativo en la altura de la chala forrajera utilizando biofertilizante con lacto suero y estiércol de vacunos, esto habiendo aplicado la prueba de Anova ($p < 0,05$) y Tukey ($p < 0,05$). A su vez, Pomboza et al. (2016), en su estudio sobre influencia del biol para el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), encontró que hubo una influencia positiva en la altura de la planta, tras aplicar la prueba de Anova ($p < 0,05$) y Duncan ($p < 0,05$). Las similitudes muestran que tales fertilizantes naturales encontraron una cantidad adecuada de porcentaje que permitió un mejor desarrollo de la altura de las plantas.

El aumento significativo en la altura de las plantas con tratamiento del 50% de agua residual podría atribuirse a una mayor disponibilidad de nitrógeno, que es muy importante para el crecimiento vegetativo del maíz.

En relación al efecto de las diferentes dosis de aguas residuales sobre el peso del cultivo de maíz, se halló que el tratamiento al 20% y al 50% tuvieron un superior peso comparándolo con el tratamiento control. A su vez, de acuerdo a la prueba de Anova ($p = 0,000$) y la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se detectó que la aplicación de las aguas residuales del camal municipal "Santa María de la Colina" como fertilizante, al 50%, tiene una mejora significativa en el peso del cultivo maíz (*Zea mays*). El resultado lleva cierto parecido al de Gaslac (2016), quien efectuó una evaluación de diferentes bioabonos para aumentar la productividad del maíz (*Zea mays*). Por lo cual, empleando la prueba de Anova ($p = 0,000$) y luego la prueba Post-Hoc de Duncan

($p < 0,05$), Gaslac halló que el peso de la planta con biol fue mayor, significativamente, al peso de la planta con tratamiento control. Por lo cual, se detectó que el biol utilizado tuvo un efecto positivo en el peso del maíz. Asimismo, hubo parecido con el estudio de Saldaña (2019). El autor analizó el efecto del biol de agua residual del matadero municipales de Moyobamba para mejorar los rendimientos de la lechuga (*Lactucas sativas*). Con lo cual Saldaña encontró que hubo una mejora significativa del biol en el peso de la planta, habiendo aplicado la prueba de Anova ($p < 0,05$) y Tukey ($p < 0,05$). También hubo cierto parecido con el estudio de Pombozas et al. (2016); el autor encontró que hubo una influencias positiva en el peso del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), habiendo aplicado la prueba de Anova ($p < 0,05$) y Duncan ($p < 0,05$). Las similitudes muestran que tales fertilizantes naturales mejoraron el peso de las plantas. Es también posible que la diferencia en el peso entre el tratamiento de 20% y 50% podría deberse a una mayor concentración de fósforo en el agua residual, que va a ser un nutriente esencial para el desarrollo de raíces y esto beneficia a la absorción de nutrientes.

En lo concerniente al efecto de diferentes dosis de aguas residuales, sobre la cobertura vegetal del cultivo maíz, se encontró que hubo más cobertura utilizando los tratamientos con 20% y 50% con aguas residuales en comparación al tratamiento control. Tal cobertura, en coherencia con el estudio de Saldaña (2019), se ve incentivada por importantes cantidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) provenientes de aguas residuales del camal. Asimismo, de acuerdo con Sánchez (2015), la irrigación de Majes es una zona ganadera. De tal manera que, además de alfalfa, podría sacar más provecho al maíz en cuanto a la cobertura vegetal. El maíz cubre alrededor del 25% del área agrícola.

Se observó una relación positiva entre la concentración de agua residual y los parámetros de crecimiento medidos lo que sugiere un efecto de dosis dependiente en la fertilización.

En cuanto a las limitaciones del estudio, se debe considerar que no se tomó en cuenta suficientes datos en lo concerniente a cobertura vegetal para determinar con mayor precisión el efecto de las diferentes dosis de aguas residuales de ganado. Por otro lado, en lo concerniente a si las aguas residuales poseen un efecto positivo, también va a depender de la técnica con la cual los agricultores del maíz puedan administrar las aguas residuales. De manera que, en coherencia con Umaña (2007), el reúso de aguas residuales es adecuado tomarlo como un proceso integral. Además, puede quedar como precedente para una siguiente investigación. El experimento se realizó durante una sola temporada de cultivo; por ello, los resultados podrían variar en situaciones climáticas diferentes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La aplicación de aguas residuales tiene un efecto positivo y significativo en la altura de la planta; específicamente, debido al tratamiento al 50% de agua residual se incrementó 0.75m en altura, en comparación con el grupo control; mientras que el tratamiento con 20% mostró un aumento de 0.23m.

La aplicación de aguas residuales tiene un efecto positivo y significativo en el peso de la planta; específicamente, debido al tratamiento al 50% de agua residual se incrementó 47.5kg de peso, en comparación con el grupo control; mientras que el tratamiento con 20% mostró un aumento de 41.93 kg.

La aplicación de aguas residuales tiene un efecto positivo y significativo en la cobertura vegetal de la planta; específicamente, en el tratamiento al 50% de agua residual se incrementó en 30.83% en cobertura vegetal, en comparación con el grupo control; mientras que el tratamiento con 20% mostró un aumento de 6.9%.

Por otro lado, estadísticamente se encuentran varianzas significativas en comparación del grupo tratamiento con el grupo control, teniendo resultados con valores que sobrepasan en p valor de 0.05, aceptándose la hipótesis del investigador y se rechaza la hipótesis nula, la cual es que la capacidad fertilizadora del agua residual “Santa María La Colina” tenga efecto positivo en el crecimiento del cultivo *Zea mays*.

5.2 Recomendaciones

En el caso de la altura de la planta, se recomienda seguir investigando con diferentes porcentajes de aplicación de aguas residuales para determinar el punto óptimo de fertilización, sin causar efectos adversos en el cultivo; además, implementar monitoreos periódicos del crecimiento de las plantas, para ajustar la cantidad de agua residual aplicada según las necesidades del cultivo y evaluar la calidad del agua residual utilizada para asegurar que no contenga contaminantes que puedan afectar el desarrollo de las plantas a largo plazo.

Promover el uso de aguas residuales tratadas como una estrategia viable para mejorar la producción agrícola, asegurando, al mismo tiempo, el cumplimiento de normativas ambientales. Para el peso de la planta se debe considerar estudios adicionales sobre la

composición del suelo y la absorción de nutrientes para optimizar los beneficios del riego con aguas residuales y recomendar a los agricultores el uso controlado de este recurso, evitando excesos que puedan generar acumulación de sales o afectar la calidad del suelo.

Fomentar la implementación de este tipo de riego en otras áreas agrícolas con condiciones similares para mejorar la cobertura vegetal y reducir la erosión del suelo. Además, para futuras investigaciones realizar un análisis completo de la calidad del agua residual para determinar su composición, incluir nutrientes, contaminantes y patógenos. Esto ayudará a evaluar su idoneidad para el riego agrícola y a tomar las medidas necesarias para su tratamiento si es necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNESCO-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Agua y cambio climático. [En línea] 2020. [fecha de consulta: 12 de febrero 2024]. Francia. ISBN 978-92-3-300136-7 Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373062_spa
2. ESPINOZA PERALTA, Sally, 2017. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales del Camal Municipal del Distrito de Tumán. [en línea]. Universidad de Lambayeque. [fecha de consulta: 23 de agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6500457>
3. MÉNDEZ, Marcial A., et al. Uso de las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas, en la agricultura urbana. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2006, vol. 15, no 3, p. 17-21. [fecha de consulta: 19 de agosto 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/932/93215304.pdf>
4. NACIONES UNIDAS. FAO destaca ventajas de uso de aguas residuales para agricultura. ONU, 2010. [en línea] [fecha de consulta: 23 de agosto 2023] Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2010/09/1199481>
5. ZAMORA, Frank, et al. Efecto del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie de Coro, Estado Falcón. Bioagro, 2008, vol. 20, no 3, p. 193-19. ISSN 1316-3361. [en línea] [fecha de consulta: 02 de setiembre 2023] Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000300006
6. URQUIZO, Edwin Sandro; BERRIOS, Leonel Adrian. Tratamiento de aguas residuales del camal La Colina-Pedregal usando el método de reactor UASB. 2020. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Perú. [en línea] [fecha de consulta: 19 de agosto 2023] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11295>
7. CABRERA PEROCHENA, Giancarlo Raúl, et al., 2016. Diseño y construcción de máquina sembradora para la producción de maíz en terrenos pedregosos en la Irrigación Majes [en línea] Perú: Instituto de Investigación y Desarrollo para el Sur [fecha de consulta: 24 de agosto 2022]. Disponible en: <https://www.laccei.org/LACCEI2016-SanJose/RefereedPapers/RP136.pdf>

8. SANCHEZ, Angel, et al. Efecto de la concentración del agua residual sobre la germinación en siete variedades de maíz (*Zea mays* L.). 2015.
9. GÓMEZ, Edmundo Umaña. El reúso de aguas residuales para riego en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) una alternativa ambiental y productiva. [en línea] La calera, 2007, vol. 7, no 8, p. 22-26. ISSN-e 1998-8850. [fecha de consulta: 12 de agosto 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8910287>
10. POMBOZA-TAMAQUIZA, Pablo, et al. Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 2016, vol. 4, no 2, p. 84. ISSN 2308-3859. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a05.pdf
11. RENGIFO RIVADENEYRA, Gaby Rosa. Elaboración de biol con aguas servidas del mercado minorista de Pucallpa y su efecto en la producción de maíz *Zea mays* L. Yarinacocha 2019. 2022. Universidad Nacional de Ucayali. Perú [fecha de consulta: 12 de septiembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5593>
12. DUEÑAS SAUCEDO, Jhon Eduin. Efecto del biol en la producción de forraje verde hidropónico de *Zea mays* “maíz” y *Medicago sativa* “alfalfa”. Moyobamba, 2019. 2021. Perú [fecha de consulta: 12 de septiembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/5234c000-537e-42ea-b09a-edfb40866454>
13. SALDAÑA, Yrigoin; FLORIAN, Elkin. Efecto del biol y biosol obtenidos de aguas residuales del matadero municipal de Moyobamba en el rendimiento de *Lactuca sativa* (“Lechuga”)–2017. 2019. Perú [fecha de consulta: 14 de septiembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/de3542a9-1d72-4974-bd7a-a38d47959bd8>
14. GASLAC GOMEZ, Sulber. Desarrollo de tecnologías de bioabonos para el incremento de la productividad; del maíz amarillo duro (*zea mayz* L.) variedad INIA 622. en la EEA Porvenir. 2016. Perú [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/5b805988-1795-4eba-9042-315bc909104e>
15. CHÁVEZ, Juan Carlos Neri, et al. Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2017, vol. 1, no 1, p. 38-46 [fecha de

consulta: 14 de agosto de 2023]. Disponible en:
<https://doi.org/10.25127/aps.20171.348>

16. YOVERA, José Manuel. Uso de aguas residuales tratadas para reforestación con la especie “Algarrobo” (*Prosopis pallida*), con fines de protección y restauración ambiental en la empresa minera Andalucita SA Paita. 2022. 46. Perú [fecha de consulta: 17 de agosto de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3313>
17. UGAZ, Fernando. Reúso de aguas residuales tratadas biológicamente, para el regadío del Jardín Botánico, Trujillo. *SCIÉENDO*, 2018, vol. 21, no 1, p. 7-14. Perú [fecha de consulta: 21 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://doi.org/10.17268/sciendo.2018.001>
18. MONTAÑA PAREDES, Ivonne Bonet. Fotocatálisis heterogénea para la degradación de nitratos en efluentes residuales de la agricultura en el distrito de Majes, Arequipa 2021. 2021.92. Perú [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/10661>
19. DEL CARPIO SALAS, Miguel Angel. Incremento de la productividad de la chala forrajera mediante el uso de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos mas estiércol de vacunos de los socios de la CAL ASPAM-Arequipa. 2020. Perú [fecha de consulta: 12 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10269>
20. COAGUILA, Pedro Jesús. Digestatos de Biogás a Partir de Purines Vacunos en la Producción de Cebolla (*Allium Cepa L.*) en Zonas Áridas. 2018. Perú [fecha de consulta: 12 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8457>
21. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales 2014. Perú. [Fecha de consulta: 11 de abril 2023]. Disponible en:
https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827#:~:text=Son%20aquellas%20aguas%20cuyas%20caracter%C3%ADsticas,descargadas%20al%20sistema%20de%20alcantarillado.

22. DIGESA. Parámetros Organolépticos. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2023]. Perú. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
23. PULIDO, Sandra, et al. Origen y características de las aguas residuales. PTAR-Uniminuto. 2014.
24. VILLACIS PROAÑO, Alex Guillermo (2011). Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación del Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. [en línea]. Tesis. Ecuador: Universidad técnica de Ambato [Fecha de: 12 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1350>
25. ALIAGA ROJAS, María Isabel, et al. Efecto de la descarga de agua residual poblacional en la carga orgánica y coliformes termotolerantes del río Ichu, distrito de Acoria-Huancavelica-2021. 2021. Perú. [Fecha de consulta: 11 de abril 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11135>
26. CASTELLANOS CASTAÑEDA, Edinson Edwing. Tratamiento biológico del agua residual del camal frigorífico Santo Domingo, Sicaya-Huancayo. 2013. Perú. [Fecha de consulta: 11 de agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1243>
27. MURREL, T. S. Transformaciones de los nutrientes en el suelo. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INFOPOS). Informaciones agronómicas, 2003, vol. 49, p. 1-4. [Fecha de consulta: 11 de agosto 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/95870983/Transformaciones-de-Los-Nutrientes-en-El-Suelo>
28. LORA SILVA, R. Factores físicos y químicos del suelo que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. 2018. [Fecha de consulta: 11 de agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13925>
29. LÓPEZ FELDMAN, Alejandro J.; HERNÁNDEZ CORTÉS, Danae. Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. El trimestre

económico, 2016, vol. 83, no 332, p. 459-496. [Fecha de consulta: 13 de agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>

30. RELAT, J. Muntané. Introducción a la investigación básica. Centro de investigación biométrica, 2010, vol. 221, p. 227. [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>
31. SOTIL FLORES, Hugo Daniel, 2017. Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha. [en línea]. Tesis. San Juan: Universidad Científica del Perú [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%2DCaracter%C3%ADsticas%3A%20Los%20coliformes%20termotolerantes%20son,grado%20klebsiella%2C%20Enterobacter%20y%20Citrobacter>
32. Ministerio del Ambiente-MINAM. Glosario de términos para la gestión ambiental peruana [en línea], 2013. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/504.pdf>
33. PANDURO ALIAGA, Rohan Jesus. Tratamiento Integral de las Aguas Residuales del Matadero Municipal de la ciudad de Moyobamba en un Biorreactor Anaeróbico Tipo UASB a nivel remoto. 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/2389>
34. POMBOZA, Pablo, et al. Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de Lactuca sativa L. variedad Iceberg. Journal of the Selva Andina Biosphere, 2016, vol. 4, no 2, p. 84-92. ISSN 2308-3859. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200005
35. INTAGRI Guía de Fertilizantes Potásicos para Cultivos | Intagri S.C. Intagri - Cursos Agrícolas - Artículos de agronomía [en línea] [Fecha de consulta: 13 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-potasicos-para->

cultivos#:~:text=Potasio%20en%20la%20nutrición%20vegetal,distintos%20procesos%20bioquímicos%20y%20metabólicos.

36. SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, L. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. RH Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014, vol. 22.
37. CABOS SÁNCHEZ, Jeisson, et al. Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. Arnaldoa, 2019, vol. 26, no 3, p. 1165-1176. ISSN 2413-3299. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300021&script=sci_abstract
38. CUTI, Carmen. Distrito de Majes. 2018. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/421550165/Distrito-de-Majes>
39. Hayes. (1999). Metodología de la investigación científica. Universidad de Madrid.
40. FLORES-RUIZ, Eric; et al. El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial. Revista Alergia México, 2017, vol. 64, no 3, p. 364-370. ISSN 2448-9190. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Instrumento	Escala de medición
Variable Independiente Capacidad fertilizadora de las aguas residuales según % empleado.	Proporción relativa del volumen de agua residual sobre el volumen total de riego por parcela.	Cantidad aplicada del efluente líquido generado por el camal.	Porcentaje de agua residual.	Proporción de volumen de agua residual y volumen total de mezcla de riego.	Razón o proporción numérica.
Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Instrumento	Escala de medición
VARIABLES DEPENDIENTES Crecimiento del cultivo <i>Zea mays</i> .					
Altura	Distancia desde la superficie del suelo hasta el punto más alto de la espiga.	Crecimiento longitudinal de tallos.	Centímetro	Flexómetro.	Razón o proporción numérica.
Peso	Peso fresco en campo de la planta.	Masa de las plantas.	Gramo.	Peso directo con balanza.	Razón o proporción numérica.
Cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura relativa sobre la superficie total de la parcela.	Área de sombra proyectada de las hojas y tallos.	Porcentaje.	Relación del área con sombra y área total por parcela.	Razón o proporción numérica.

Anexo 02. Matriz de coherencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variabes	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
<p>Problema General ¿Cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales del camal municipal “Santa María de la Colina” en el crecimiento del cultivo <i>Zea mays</i> del distrito de Majes?</p> <p>Problemas Específicos -¿Cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales en el peso del cultivo <i>Zea mays</i>?. -¿Cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales en la altura del cultivo <i>Zea mays</i>?. -¿Cuál es el efecto de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales en la cobertura vegetal del cultivo <i>Zea mays</i>?</p>	<p>Objetivo General Determinar el efecto fertilizante de la aplicación de las aguas residuales del camal “Santa María de la Colina” sobre el crecimiento del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) del distrito de Majes.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cuantificar el efecto de tres concentraciones de aguas residuales (0%, 20% y 50%) sobre la altura del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>). ● Determinar la influencia de las tres concentraciones de agua residual en el peso del cultivo del maíz (<i>Zea mays</i>), a través del peso del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>). ● Analizar el impacto de las concentraciones del agua residual en la cobertura vegetal del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>), utilizando técnicas de análisis de imagen. 	<p>Hipótesis Investigador las aguas residuales del camal municipal “Santa María de la Colina” en concentraciones de 20% y 50% como fertilizante mejora significativamente en el crecimiento del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>).</p> <p>Hipótesis Nula No existe ninguna diferencia significativa en el crecimiento del cultivo maíz (<i>Zea mays</i>) con diferentes concentraciones de agua residual del camal municipal “Santa María de la Colina”.</p>	<p>Variable Independiente Capacidad fertilizadora de las aguas residuales según % empleado.</p>	<p>Parámetros Físico - Químicos y microbiológicos del agua residual. -Fósforo -Potasio -Nitratos. -Coliformos Termotolerantes. -Escherichia coli. -Huevos de Helminetos.</p>	<p>Análisis de laboratorio. Instrumentos de laboratorio.</p>	<p>Tipo y nivel de investigación -Tipo hipotético deductivo, debido a que se realizó en el campo experimental y cuantitativo. -Nivel de investigación es básica, busca rellenar vacío teórico sobre el desconocimiento de la capacidad fertilizadora de las aguas residuales. -Enfoque cuantitativo, debido a que se llevó a cabo un conjunto de procesos para la recolección de datos relacionados con el crecimiento vegetativo del <i>Zea Mays</i>. Diseño de investigación Diseño prospectivo de alcance explicativo Población y muestra -Población: 27 plantas de la especie <i>Zea Mays</i> -Muestra: 9 plantas de la especie <i>Zea Mays</i>.</p>
			<p>Variable Dependiente Crecimiento del cultivo <i>Zea mays</i>.</p>	<p>→ Peso. → Altura. → Cobertura vegetal.</p>	<p>Análisis observacional y de descripción.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Matriz de análisis de campo. ● Balanza. ● Cinta métrica ● Software - Canopeo 	

Anexo 3 Carta de Autorización de la Municipalidad de Santa María de la Colina para uso del nombre del Camal Municipal y de las aguas residuales

 **Municipalidad C.P. de
Santa María
de la Colina**

 **Ciudad Moderna
y conHistoria**
Integridad - Desarrollo - Cultura

“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACION DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO”

Majes, La colina 13 de febrero del 2024

CARTA N°004-2024-SG-MCPSMLC

Señor:

Srt. ANGELA NICOL BRUNA HUAMAN
Srt. VIVIANA ALLISON RIVERA ANEIRA

Presente. -.

Referencia:

El expediente N°00967-2024
De mi consideración.

ASUNTO: AUTORIZACIÓN.

Tengo a bien dirigirme a Ud. a efecto de saludarlo.

Por el intermedio de la presente, se autoriza la solicitud presentada por las estudiantes ANGELA NICOL BRUNA HUAMAN y VIVIANA ALLISON RIVERA ANEIRA, para la utilización del nombre del Camal Municipal, las aguas residuales para evaluaciones y realización del proyecto de tesis denominado **“Determinación Del Efecto De La Capacidad Fertilizadora De Las Aguas Residuales De Un Camal, En El Crecimiento Del Cultivo Maíz (Zea Maíz); Distrito De Majes, Arequipa -2024”**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiterarle mi más distinguida consideración y estima personal.

Atentamente,


Sr. Juan Marcos Chavez Condon
ALCALDE

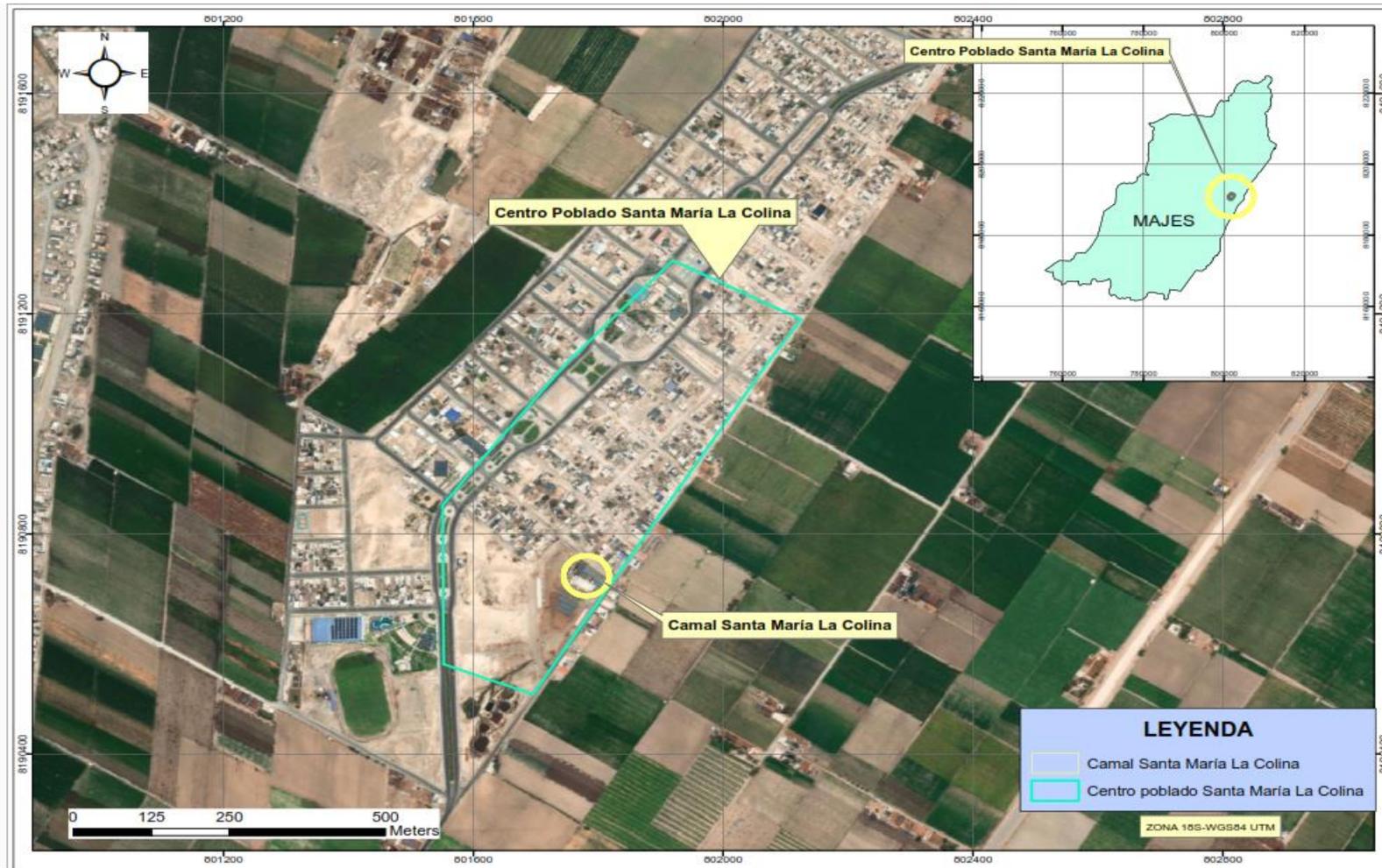


Municipalidad de Santa María de La Colina

Plaza principal Mz"X" Lt.2, Santa María de La Colina RUC: 20272676454 936 102 346 munilacolina@hotmail.com



Anexo 4. Mapa de ubicación



Anexo 5. Matriz de levantamiento de datos

Ficha de levantamiento de datos			
Fecha:	Tratamiento Control (0%)		
N° de muestra	Peso	Altura	Cobertura vegetal
M01			
M02			
M03			
M04			
M05			
M06			
M07			
M08			
M09			

Ficha de levantamiento de datos			
Fecha:	Tratamiento Control (20%)		
N° de muestra	Peso	Altura	Cobertura vegetal
M01			
M02			
M03			
M04			
M05			
M06			
M07			
M08			
M09			

Ficha de levantamiento de datos			
Fecha:	Tratamiento Control (50%)		
N° de muestra	Peso	Altura	Cobertura vegetal
M01			
M02			
M03			
M04			
M05			
M06			
M07			
M08			
M09			

Anexo 6. Análisis de laboratorio

	<p>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-055</p>  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N° LE-055</p>
INFORME DE ENSAYOS N° 1787- 2023 PÁGINA 1 DE 2	
SOLICITANTE	: ANGELA NICOL BRUNA HUAMAN
DIRECCIÓN	: URB. CORAZÓN DE MARÍA B-3
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido turbio
CODIFICACIÓN / MARCA	: Camal La Colina / M-01
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 22/04/2023 07:40 Procedencia: N:8190689.5, E:801734.44, Z:1447 m.s.n.m.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 2200 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 1000 mL, 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 02 envases PET de 500 mL c/u., 03 envases PET de 100 mL c/u. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.8°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0619-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 22/04/2023
CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:	
El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.	
En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.	
En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.	
Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.	
El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.	
BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.	
El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.	
Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.	
PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2	
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com	

INFORME DE ENSAYOS N° 1787- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL Camal La Colina / M-01	UNIDADES
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	70000	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	70000	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃) ⁻	<0.10	mg/L
FQ	Cloro Total (Cl ₂) ⁺	<0.02	mg/L
FQ	Sólidos Totales Disueltos	4726	mg/L
FQ	Cloro Libre (Cl ₂) ⁺	<0.02	mg/L
FQ	Elemento Na ⁺	1152.08	mg/L
FQ	Conductividad	8400	µS/cm
FQ	Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻	114.92	mg/L
FQ	pH ⁺	8.3	U de pH

ABREVIATURAS:

Huevos/L	: Huevos por litro
mg/L	: Miligramos por litro
U de pH	: Unidades de pH
µS/cm	: Microsiemens por centimetro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F. Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E. Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃) ⁻	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrata. Method 9039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev. 2.
Cloro Total (Cl ₂) ⁺	: Cloro Total DPD - HACH
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Cloro Libre (Cl ₂) ⁺	: Cloro Libre DPD - HACH
Elemento Na	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3500-Na B. Flame Emission Photometric Method. 23rd Ed. 2017.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B. Pag. 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity Laboratory Method.
Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻	: AOAC Official Method 920.194 Chapter 11 Subchapter 11.11.1.17 Carbonate and Bicarbonate in Water. Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 22/04/2023 al 04/05/2023

MB 22/04/2023 al 29/04/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 04/05/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 2193- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : VIVIANA ALLISON RIVERA ANEIRA
DIRECCIÓN : URB.12 DE OCTUBRE MZ.F LTE.3 - CERRO COLORADO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido muy turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : Agua Residual de Camal "La Colina" (M-01)
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/05/2023 12:40 Procedencia: N: 8190689.52 - E: 801734.44 - Z: 1447 m.s.n.m.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000 mL aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envase PET cerrado. En contenedor isotérmico a una temperatura de 6.3°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0751-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/05/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL	
		Agua Residual de Camal "La Collina" (M-01)	UNIDADES
FQ	Elemento P	33.65	mg/L
FQ	Elemento K	287.11	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P : Water Analysis Handbook HACH, Phosphorus, Reactive (Orthophosphate), Method 8048: Phos/Ver 3 (Ascorbic Acid) Method, Pag 865, 4th Ed, Rev. 2

Elemento K : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000, Method 3500 K, B, Flame Photometric Method, 23rd Ed, 2017.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/05/2023 al 20/05/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 22/05/2023



Miguel Valdivia
BHIO, Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Anexo 7. Evidencias fotográficas

Foto N°1. Siembra del cultivo *Zea Mays*



Foto N°2. Cultivo *Zea Mays* a los 14 días



Foto N°3. Cultivo *Zea Mays* a los 28 días



Foto N°4. Cultivo *Zea mays* a los 60 días.



Foto N°5. Medición del diámetro cultivo *Zea mays*.



Foto N°6. Medición de la altura cultivo *Zea mays*.



Foto N°7. Aplicación del CANOPEO para medir la cobertura vegetal del cultivo *Zea mays*.



Foto N°8. Pesado de plántulas del cultivo *Zea mays*.



Foto N°9. Recolección de las muestras de agua residual en el camal municipal
“Santa Maria de la Colina”



Anexo 8. Datos procesados de cada tratamiento

TRATAMIENTO CONTROL				
MUESTRAS	CANTIDAD	ALTURA (m)	PESO (kg)	COBERTURA VEGETAL
M01	P01	1,02	7,75	39,1 %
	P02	0,6	6,25	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.32	2.80	
M02	P01	1,1	9,95	
	P02	1	7,06	
	P03	0,94	7,02	
	P04	0,8	6,35	
	P05	0,76	6,04	
	PROMEDIO	0.92	7.23	
M03	P01	1,16	9,98	
	P02	0,89	7,02	
	P03	0,98	7,4	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.61	4.88	
M04	P01	0,78	5,56	
	P02	0,85	6,69	
	P03	0,7	6,34	
	P04	0,76	7,3	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.62	5.18	
M05	P01	1,25	9,99	
	P02	1,1	8,9	
	P03	0,9	7,3	
	P04	0	0	
	P05	0	0	

	PROMEDIO	0.65	5.24	
M06	P01	1,2	8,99	
	P02	0	0	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.24	1.80	
M07	P01	0,85	6,57	
	P02	0,8	6,9	
	P03	0,9	7,03	
	P04	0,75	7,25	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.66	5.55	
M08	P01	0,77	6,78	
	P02	0,9	6,78	
	P03	0,6	5,89	
	P04	0,65	5,34	
	P05	0,7	6,45	
	PROMEDIO	0.72	6.25	
M09	P01	1,36	9,56	
	P02	0,9	6,89	
	P03	0,94	6,56	
	P04	0,86	6,78	
	P05	0	0	
	PROMEDIO	0.81	5.96	

TRATAMIENTO 2 (20%)				
MUESTRAS	CANTIDAD	ALTURA (m)	PESO (kg)	COBERTURA VEGETAL
M01	P01	1,1	9,95	63,03%
	P02	1,06	9,98	
	P03	0,7	7,67	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.10	9.98	
M02	P01	0,8	7,9	
	P02	0,9	6,8	
	P03	0,85	6,7	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	0.90	7.90	
M03	P01	1,5	12,45	
	P02	1,1	11,3	
	P03	1	9,98	
	P04	1,2	10,45	
	P05	0	0	
	Promedio	1.50	12.45	
M04	P01	1,2	12,15	
	P02	1	10,2	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.20	12.15	
M05	P01	1,08	11,05	
	P02	0,8	9,78	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.08	11.05	

M06	P01	1,07	10,87
	P02	1,1	10,98
	P03	0	0
	P04	0	0
	P05	0	0
	Promedio	1.10	10.98
M07	P01	1,05	9,87
	P02	0,91	9,78
	P03	0,95	9,87
	P04	0	0
	P05	0	0
	Promedio	1.05	9.87
M08	P01	1,1	9,99
	P02	1	9,67
	P03	0,92	9,67
	P04	0	0
	P05	0	0
	Promedio	1.10	9.99
M09	P01	1,06	10,45
	P02	1,2	10,67
	P03	1	10,02
	P04	0,9	9,97
	P05	0,95	9,85
	Promedio	1.20	10.67

TRATAMIENTO 3 (50%)				
MUESTRAS	CANTIDAD	ALTURA (m)	PESO (kg)	COBERTURA VEGETAL
M01	P01	1,5	1.0,5	69.93%
	P02	1,3	98,45	
	P03	1,15	67,6	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.50	98.45	
M02	P01	1,25	72,3	
	P02	1,1	25,5	
	P03	1,15	12,45	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.25	72.30	
M03	P01	1	10,34	
	P02	1,15	11,76	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.15	11.76	
M04	P01	1,25	15,56	
	P02	1,3	18,54	
	P03	1,35	19,56	
	P04	1,4	26,2	
	P05	0	0	
	Promedio	1.40	26.20	
M05	P01	1,2	12,45	
	P02	1,25	13,2	
	P03	1,3	16,4	
	P04	1,45	16,23	
	P05	0	0	
	Promedio	1.45	16.40	

M06	P01	1,52	1.03,7	
	P02	1,55	1.05,2	
	P03	1,45	78,5	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.55	78.50	
M07	P01	1,3	67,4	
	P02	1,4	78,6	
	P03	1,35	76,2	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.40	78.60	
M08	P01	1,25	54,2	
	P02	1,3	56,8	
	P03	1,35	62,4	
	P04	1,4	66,8	
	P05	0	0	
	Promedio	1.40	66.80	
M09	P01	1,2	23,4	
	P02	1,25	17,4	
	P03	0	0	
	P04	0	0	
	P05	0	0	
	Promedio	1.25	23.40	