



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

**Aplicación de efluente industrial recuperado y complementado con
fosfato monoamónico sobre el rendimiento del cultivo rábano (*Raphanus
sativus* L.) Huacho-2023**

Tesis

Para optar el Grado Académico de Maestra en Ecología y Gestión Ambiental

Autora

Vanessa Yanina Velez Chang

Asesora

Dra. Yasmin Jesús Vélez Chang



**YASMIN JESÚS
VÉLEZ CHANG
INGENIERIA QUÍMICA
Reg. CIP. N°130305**

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial — Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

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

ESCUELA DE POSGRADO

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR		
Nombres y Apellidos	DNI	Fecha De Sustentación
Vanessa Yanina Velez Chang	15766229	16 de febrero del 2026
DATOS DEL ASESOR		
Nombres y Apellidos	DNI	Código ORCID
Dra. Yasmín Jesús Vélez Chang	41943603	https://orcid.org/0000-0003-0333-8173
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO — POSGRADO - MAESTRÍA:		
Nombres y Apellidos	DNI	Código ORCID
Dr. José Vicente Nunja García	15447556	https://orcid.org/0000-0002-9633-8190
M(a) Fanny del Pilar Lomparte Ramos	15845882	https://orcid.org/0000-0003-4221-5627
Dr. Algemiro Julio Muñoz Vilela	15736557	https://orcid.org/0000-0001-7981-8531

Vanessa Yanina Velez Chang 2025-078033

APLICACIÓN DE EFLUENTE INDUSTRIAL RECUPERADO Y COMPLEMENTADO CON FOSFATO MONOAMÓNICO SOBRE EL...

Quick Submit
Quick Submit
DGI_Tesis Posgrado 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3352755499

Fecha de entrega

26 sep 2025, 3:06 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 sep 2025, 3:11 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_DE_MAESTRIA_DE_BLGA_VANESSA_VELEZ_CHANG.pdf

Tamaño del archivo

931.0 KB

61 páginas

13.387 palabras

62.501 caracteres



Página 2 de 99 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3352755499

18% Similitud general

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

Fuentes principales

17% Fuentes de Internet
6% Publicaciones
9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, por su amor, paciencia y constante apoyo durante todo mi proceso académico. A mis padres, por inculcarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y a mis seres queridos, quienes me han acompañado en cada etapa de este viaje.

A mis profesores y mentores, por su valiosa guía, sabiduría y por inspirarme a seguir profundizando en la Ciencia y la gestión Ambiental. Gracias por desafiarme a pensar críticamente y por brindarme las herramientas necesarias para crecer como profesional y como persona.

Vanessa Yanina Vélez Chang

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento más sincero a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mis profesores del programa de la Maestría en Ecología y Gestión Ambiental, quienes brindaron las herramientas necesarias para comprender y analizar la complejidad de los problemas ambientales, así como diferentes metodologías de investigación.

Finalmente, a mi familia, cuyo amor, apoyo y comprensión fueron fundamentales para mantenerme motivado en los momentos más difíciles. Gracias por creer siempre en mí.

Vanessa Yanina Vélez Chang

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I. Planteamiento del problema.....	13
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del Problema.....	13
1.2.1 Problema General.....	13
1.2.2 Problemas Específicos.....	13
1.3 Objetivos de la Investigación.....	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Justificación de la Investigación.....	14
1.5 Limitaciones del Estudio.....	15
1.6 Viabilidad del Estudio.....	15
CAPITULO II. Marco Teórico.....	16
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	16
2.2 Bases Teóricas.....	18
2.3 Bases Filosóficas.....	21
2.4 Definición de Términos Básicos.....	21
2.4. Hipótesis de la Investigación.....	22
2.4.1 Hipótesis General.....	22
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	22
2.5 Operacionalización de variables.....	22
CAPITULO III. Metodología.....	24
3.1 Diseño metodológico.....	24
3.2 Población y muestra.....	24

3.3	Técnicas de recolección de dato	25
3.4.	Técnicas para el procesamiento de información.	25
	CAPITULO IV. Resultados.....	32
	CAPITULO V. Discusión.....	42
5.1	Discusión de resultado.....	42
	CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	44
	Referencias Bibliográficas.....	46
	ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las Variables	23
Tabla 2. Dosis de fertilizante líquido biol con dosis de efluente y fosfato monoamónico.....	27
Tabla 3. Análisis de suelo del área experimental de Medio Mundo (Fundo la Querencia)	32
Tabla 4. Análisis de Agua	33
Tabla 5. Análisis físico - químico del efluente resultante de la refinación	34
Tabla 6. Análisis de varianza para bloque y tratamiento	35
Tabla 7. Análisis de varianza de altura del cultivo de rabanito	37
Tabla 8. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del cultivo rabanito	38
Tabla 9. Análisis de varianza de diámetro polar del cultivo rabanito	39
Tabla 10. Análisis de varianza del peso del cultivo rabanito	40
Tabla 11. Análisis de varianza de rendimiento del cultivo rabanito	41

RESUMEN

Hoy en día acontece en el sector agrario, una corriente de ideas y posturas que apoyan la agricultura orgánica, es decir utilizar lo menos posible componentes agroquímicos, para el cultivo, y esta situación se da en momentos en que se van a reducir significativamente los costos logísticos para la agroexportación que exige inocuidad y calidad de los productos agropecuarios, entre estos están las hortalizas. El objetivo logrado en esta investigación fue mejorar o restaurar la riqueza de nutrientes del suelo, y promover la utilización de efluentes recuperados de la industria alimentaria, aprovechando su riqueza nutriente, transformándola a estado inorgánico para facilitar su absorción por parte del cultivo. Se hizo uso del diseño de bloques completos al azar (DBCA), conformado por 5 tratamientos y 3 bloques, estas dosis fueron administradas tres veces, a los 10, 15 y 21 días después del trasplante. Todos los datos obtenidos desde el final del trasplante hasta la cosecha se les aplicó análisis de varianza y prueba de Duncan y se evaluaron continuamente las características físicas, en Medio Mundo, se aprecia una reducida concentración del macronutriente nitrógeno de 0.03%, 20.69 ppm de fósforo y así también al contenido de materia orgánica es también bajo. Se comprobó que a medida que se incrementó las dosis del fertilizante líquido del efluente mejorado y complementado con fosfato monoamónico los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron mejoras en cuanto a característica física frente a T2. El tratamiento T1, fue una excepción a la tendencia mostrada por los demás tratamientos.

Palabras clave: Efluente complementado, fosfato monoamónico, rendimiento.

ABSTRACT

Today, there is a growing trend in the agricultural sector, supporting organic farming that is, the minimal use of agrochemicals for cultivation. This situation occurs at a time when logistics costs for agricultural exports, which require the safety and quality of agricultural products, including vegetables, are set to be significantly reduced. The objective of this research was to improve or restore the nutrient richness of the soil and promote the use of recovered effluents from the food industry, harnessing their nutrient richness and transforming them into an inorganic state to facilitate crop absorption. A randomized complete block design (RCBD) was used, consisting of five treatments and three blocks. These doses were administered three times, at 10, 15, and 21 days after transplanting. All data obtained from the end of transplant to harvest were subjected to analysis of variance and Duncan's test, and physical characteristics were continuously evaluated. In Medio Mundo, a reduced concentration of the macronutrient nitrogen of 0.03%, 20.69 ppm of phosphorus, and the organic matter content were also low. It was found that as the doses of liquid fertilizer from the improved effluent supplemented with monoammonium phosphate increased, treatments T3, T4, and T5 showed improvements in physical characteristics compared to T2. Treatment T1 was an exception to the trend shown by the other treatments.

Keywords: Supplemented effluent, monoammonium phosphate, performance.

INTRODUCCIÓN

Dada la crisis económica y política actual del país, se vive una situación difícil para el sector agrario, siendo onerosa la adquisición de los fertilizantes químicos, por otro lado, se experimenta en el sector agrario, una tendencia de ideas y posturas que promueven la agricultura orgánica, es decir utilizar lo menos posible componentes químicos, para el cultivo. El establecimiento del puerto de Chancay convertirá al Perú como el centro logístico inicial del Pacífico en América Latina, lo que generará crecimiento en la economía, las exportaciones y el surgimiento de nuevas oportunidades comerciales por el relevante descenso de los costos logístico, en este caso también para la agroexportación, por lo que se tiene la exigencia que los productos agrícolas inocuos y sean de calidad y se hallan cultivado, teniendo en consideración, la preservación y protección del medio ambiente.

En este contexto, se quiere aprovechar del efluente por refinación en la industria aceitera, complementado con fosfato monoamónico. Este efluente se vierte a la alcantarilla ocasionando un daño ambiental al cuerpo de agua final donde se le dispone finalmente, esto se evita al tratar durante el proceso de generación del efluente. El efluente obtenido con propiedades fertilizantes, el suelo agrícola y el agua de riego son evaluados sus características fisicoquímicas y se analiza la alternativa de complementar nutricionalmente en algún componente macronutriente y/o micronutriente a fin de mejorar la calidad del cultivo a desarrollar.

En esta investigación a desarrollar se advierte una deficiencia de fósforo en el análisis del efluente obtenido por lo que se suplementa con sulfato monoamónico, para el cultivo de rabanito. Es así que se estructuró como sigue:

Capítulo I donde se planteó el problema, considerando además las interrogantes del problema y objetivos. El Marco teórico está inmerso en el Capítulo II, se revisa conceptos y teorías entre otras conceptualizaciones. Capítulo III, método aplicado al estudio. Capítulo IV muestra el resultado. La Discusión se incluye en el Capítulo V. Capítulo VI, se considera lo que se concluye y recomendaciones.

CAPITULO I

Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

La cantidad en cuanto a residuo orgánico generados en sectores industriales como el alimentario (en este caso la industria de las oleaginosas) está aumentando, produciendo aguas residuales que contienen, entre otros componentes, nutrientes procedentes de componentes inorgánicos como el nitrógeno y el potasio, que contienen concentraciones y disponibilidad de nutrientes moderadas. de aguas residuales ha motivado investigaciones a universidades para intentar reciclar o variar parte o la totalidad de estas aguas residuales, con propuestas variantes en los procesos de generación de los efluentes.

Por otro lado, los desechos y contaminantes provenientes del uso indiscriminado de agroquímicos han causado cambios significativos en la calidad del suelo, de los productos cosechados, del aire y del entorno colindante donde se aplicó los agroquímicos. Desde las revoluciones industrial y verde, se han introducido en los ecosistemas diversas sustancias tóxicas que se han acumulado en el aire, agua, suelo, sedimentos y biota (Castillo et al., 2020).

El objetivo es proponer soluciones para mejorar o restaurar la riqueza de nutrientes del suelo cuando el suelo es relativamente pobre en nutrientes, el propósito es también promover la utilización de efluentes recuperados de la industria alimentaria, aprovechando su riqueza nutriente, transformándola a estado inorgánico.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿En qué medida la aplicación de efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico influye en el rendimiento del cultivo rábano?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cómo influye la dosificación de efluente industrial recuperado en el rendimiento del cultivo rábano?

¿Cómo influye la dosificación de fosfato monoamónico en el rendimiento del cultivo rábano?

¿Cómo influye en el rábano en su desarrollo vegetativo al aplicarse el efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Contrastar la aplicación de dosificaciones de efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico para influir en el rendimiento del cultivo rábano.

1.3.2 Objetivos Específicos

Influir con dosificaciones de efluente industrial recuperado en el rendimiento del cultivo rábano.

Influir con dosificaciones de fosfato monoamónico en el rendimiento del cultivo rábano.

Influir en el cultivo del rábano en su desarrollo vegetativo al aplicarse el efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico.

1.4 Justificación de la Investigación

Aprovechar los efluentes que tienen procedencia de la industria alimentaria resulta trascendente para disponer de nuevos recursos fertilizantes a favor de la agricultura, para complementar o mejorar a la aplicación de los fertilizantes comerciales, sobre todo, para los terrenos agrícolas pobres en capacidad nutriente. Por otro lado, también se justifica el proyecto, porque se otorga información que ayuda a mitigar el problema de la contaminación que ocasiona el vertimiento de los efluentes a los cuerpos de agua.

1.5 Limitaciones del Estudio

Más que limitaciones es hablar del aspecto económico, así como disponibilidad en cuanto a tiempo para así realizar más experimentaciones en el campo de cultivo con otras hortalizas, con otras dosificaciones del efluente recuperado balanceado con el fosfato monoamónico.

1.6 Viabilidad del Estudio

Se posee perspectivas óptimas en lo que es viabilidad económica y técnica en esta investigación.

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales.

Viteri (2015), señaló que al realizar una evaluación al incorporar concentraciones altas de vinaza de caña considerándolo abono orgánico para los valles de Ecuador que tenían problemas de suelo, lo que resultaba en rendimientos extremadamente bajos, erosión del suelo y uso insuficiente de fertilizantes químicos. Para ello desarrolla un estudio experimental de lo que resultó que, en Ecuador, los agricultores optan por no utilizar fertilizantes orgánicos porque se necesitan más fertilizantes orgánicos para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos y obtener rendimientos óptimos.

Bohórquez et al. (2014), nos dijeron que; como subproductos principales en la industria del azúcar se tiene el bagazo, cachaza y el cuajo, que tienen un impacto negativo en la tierra. También evaluaron lo que es calidad de compost de diversa combinación de subproducto en cañas de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). obteniéndose 75% bagazo, T5 = 100% bagazo, bagazo, T4 = 25% cachaza conteniendo todos cuajo en 2 m³. Se muestra como resultado una proporción de Carbono a Nitrógeno siendo muy significativo en la producción de compost de calidad excelente. Se encontró en T3 que contenía una concentración mayor de nutriente, entonces se recomendó un proceso de compostaje con un tiempo aproximado a 90 días así asegurar contenidos máximos de nutriente.

Cárdenas (2012), nos comenta que un área experimental fue de 413,7 m², dividida en parcela que en total son tres cada una con 7 m. x 19,70 m., y fueron evaluados en tratamientos que fueron cinco en diseño completamente al azar en la selección de tres unidades muestrales. Este tratamiento se preparó en el orden siguiente: T1 = agua, T2 = fertilización química mezclando MAP (fosfato amónico) en una cantidad de 915 g además de urea que en total fue 1,420 g., T3 = insectos que son considerados humus en razón igual a 2,3 kg. / 137,9 m², T4 = vivo. Agua 250 ml. / l. y T5 = FertiDrip = 15gr/5L.

Barbazan (2011), en su investigación lograron alcanzar el objetivo de analizar propiedades físicas y químicas del material orgánico antes de incorporarse al suelo. Este estudio implicó el uso de diversos materiales orgánicos, como excremento de pollos, boñiga del ganado, cáscaras del arroz con estiércol de pollo, boñiga del ganado más refugio y resto de compost y tierra, los cuales se categorizaron según su origen. Incluyendo, entre otros, efluente a partir de industrias malterías, residuo industrial. El estudio examinó conductividad eléctrica, materias secas, el pH, ceniza, ligninas, carbonos solubles, polifenol, el contenido de micronutriente y macronutriente.

Meza et al (2003), nos explicaron que la fertilización con fósforo (P) se lograba principalmente mediante el uso de superfosfato triple y fosfatos de amonio importados, pero la eliminación de los subsidios agrícolas, así como incremento del precio del fertilizante requiere el uso de alternativas más asequibles para satisfacer los requisitos de P, lo que llevó a numerosos estudios que utilizan roca fosfórica RF como fuente de P en diversos cultivos.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Escalante (2020) señala que la industria alimentaria requiere de cantidades grandes de agua en el proceso productivo, esta cantidad de aguas residuales supone un problema por su impacto negativo en el medio ambiente. Por lo tanto, el propósito investigativo consistió en comprender la propiedad de biosólidos y lodos residuales producto de industrias alimentarias mediante artículos de revisión y científicos que contienen información referente a una agricultura considerada como fertilizante orgánico.

Corrales et al. (2017) afirma que el uso de biofertilizantes y la formulación son opciones con evolutiva importancia y esto debido a que se está aplicando la mejora en la disposición de nutriente que se están aplicando en diversos tipos de cultivo, ya que los mismos facilitan la solubilización de fosfato, la fijación biológica de nitrógeno y reemplaza de manera positiva la fertilización con químicos además por otro lado, da paso a que se proteja el medio ambiente.

Paredes (2014) nos indica que Perú se considera como mayor exportador y productor mundial de aceite y harina de pescado. Además, la pesca industrial es la mayor fuente de contaminación ambiental marina y costera, siendo los efluentes de

anchoveta y la contaminación procedente de la producción industrial los más destacados el bombeo.

Sharma et al. (2013), sostiene que, inicialmente el fósforo (tiempo cero) demostró disponibilidades altas en su tratamiento T6 (C) ($74,2 \text{ mg kg}^{-1}$) y T4 (C IM) ($78,1 \text{ mg kg}^{-1}$). Al día 30, aumentó el uso de P en el caso T2 (C FM) y T1 (C IM FM), logrando valor en P respectivamente con 64 y 69 mg kg^{-1} , confirmando mineralización en el compost de P orgánico ($55,6 \text{ mg kg}^{-1}$) así como actividad fosfatasa alcalina, la cual mineraliza la materia organofosforada presente en las impurezas orgánicas. La mineralización de fósforo que ocurre en el material orgánico complementa el ácido fosfórico que está en el fertilizante mineral así se mantiene disponibilidad del fósforo el día 30, lo cual indica que un compost en base de orujo de uva es considerado como mejor fuente de fósforo orgánico disponible.

Prado (2012) afirma que desarrollo un estudio experimental del cultivo de brócoli utilizando fertilizantes orgánicos e inorgánicos en Canaán a una altitud de 2750 metros, y se evaluó la respuesta de formación de inflorescencias en un experimento de tres factores. 120 – 100 – 100 NPK, medio F2: 240 – 200 – 200 NPK ligeramente superior a fórmula baja y media, los diámetros obtenidos en compost de alto nivel son 15.3, 14.9 y 14.3 cm. respectivamente, correspondientes a orgánico e inorgánico para fertilizante; Se observó que, con fórmulas altas de fertilización y altos niveles de compost, el peso promedio del pellet fue mayor con 280,309, lo que superó el peso de la inflorescencia. En términos de rendimiento, hubo mayor respuesta a diferentes niveles de fertilizante inorgánico y fertilizante orgánico, y el control con 6.0 toneladas/ha de compost superó estadísticamente al control. El fertilizante 380 – 300 – 300 NPK y 9,0 t/ha. de compost aumentaron el rendimiento de pellets de brócoli a 10,0 tb./ha. con una rentabilidad del 255,03%.

2.2 Bases Teóricas

Históricamente, la fertilización con fósforo (P) se lograba principalmente mediante el uso de superfosfato triple y fosfatos de amonio importados, pero la eliminación de los subsidios agrícolas y precios incrementados del fertilizante requiere el uso de alternativas más asequibles para satisfacer los requisitos de (P), lo que llevó

a numerosos estudios que utilizan roca fosfórica (RF) como fuente de (P) en diversos cultivos (Meza et al., 2003).

- Fosfato monoamónico

La aplicación de fertilizantes fosforados cambió el pH del suelo estudiado. La acidificación es de corta duración, ya que los valores de equilibrio se restablecen en poco tiempo. La aplicación de fósforo líquido (Super P) aumenta la disponibilidad y movilidad del fósforo en la primera fase después de la aplicación, mientras que las aplicaciones MAP muestran lo contrario. Por tanto, las mayores diferencias entre las fuentes de fosfato dependen del tiempo transcurrido desde la aplicación hasta el uso máximo del fertilizante (Souto et al., 2023).

- Efluentes líquidos provenientes del proceso industrial.

Características

- El tamaño y la calidad varían anualmente.
- Se debe ajustar el tratamiento según situación de extrema necesidad.
- Ciertos métodos demandan una gran inversión. Sólo se utiliza en días determinados del año.

- Determinación de efluente líquido

- Parámetro sensorial: olor, color, sabor.
- Parámetro físico: temperatura, turbidez, caudal, contenido de sólido. Conductividad.
- Parámetro químico: nitrato, sulfato, cloruro, nitrito, cianuro, sustancias orgánicas, nitrógeno amoniacal, DBO, fenoles, detergente, DQO, grasas, compuestos orgánicos de cloro.
- Parámetro microbiano: helmintos, coliforme.

- pH del suelo

Según lo mencionado, resulta ser un indicador en la solución del suelo en cuanto a disponibilidad de nutriente.

Es factor determinante la presencia de hidrógeno (H), ion aluminio [Al^{3+} , $Al(OH)_2^+$] y grupo hidroxilo (OH^-) en solubilidades de nutriente como sulfato, molibdato,

fosfato, hierro, cobre, manganeso o zinc en la tierra. Pero, en el mismo suelo pueden indicar también una falta de forma disponible de magnesio, calcio, potasio o sodio

Si el pH es de valor superior a 6,5, grandes cantidades de iones OH^- precipitarán compuesto insoluble como cobre, hierro, manganeso y zinc, los cuales no absorberán las plantas mediante sus raíces.

El suelo con valor inferior de pH a 6,5, afecta la presencia de iones de aluminio en disponibilidad y solubilidad de sulfatos, fosfatos y molibdatos.

Asimismo, si el pH del suelo es ácido, la descomposición y nitrificación es limitada respecto a materia orgánica. También la solubilidad del fosfato se afecta con valores de pH superiores al 6,5, en especial por la alta concentración de compuestos que se forma con el calcio (INTAGRI, 2018)

- Disponibilidad de nutrimento

Está referida al número de elementos básicos, de manera iónica o molecular, que se halla presente en el sustrato de cultivo o en el suelo y estos podrían absorberse a través de sus raíces de la planta para su correspondiente metabolismo y desarrollo. Depende esta disponibilidad de ciertos factores de contexto físico, químico y biológico del suelo, además de las particularidades del fertilizante que se aplica (forma química, solubilidad, interacción con otros compuestos, entre otros.).

Por otro lado, la disponibilidad de nutrimentos se considera como la capacidad del suelo (o algún sustrato de cultivos) que ofrece a las plantas todo elemento esencial que necesita para su crecimiento, que químicamente puedan absorberse por las raíces. No es suficiente que el suelo tenga nutrimentos: además debe estar de manera asequible y así pueda tomarlo la planta. Para lo cual va a depender de diversos factores, como la actividad microbiana, la textura, pH del suelo, materia orgánica, el tipo de fertilizante o enmienda que se aplique.

Si se habla en término agronómico, un nutrimento se considera disponible si se encuentra de una manera son absorbidas las raíces fácilmente, y según lo anterior como iones solubles en la solución del suelo (Euceda, 2022)

2.3 Bases Filosóficas

A medida que evoluciona la humanidad, van emergiendo nuevas amenazas para la supervivencia de la vida humana, por lo que se toman alternativas para el control y reducción de estos problemas globales, uno de ellos es la contaminación de nuestro ecosistemas por el vertimiento de efluentes a los cuerpos de agua y el otro problema es uso indiscriminado de agroquímicos, por lo que se promueve alternativas de agricultura orgánica, en múltiples alternativas para proteger y conservar el medio ambiente, incluyendo por ciento la vida humana (INFOBAE, 2024).

2.4 Definición de Términos Básicos.

- **Efluentes cloacales.** Las aguas residuales son desechos líquidos que se van por el desagüe. Proviene de hogares, hospitales e industrias. Las alcantarillas son tuberías subterráneas con pendiente suficiente para permitir la circulación de líquidos hasta el vertido final o hasta una planta de tratamiento (Telwesa, 2024).
- **Efluentes industriales.** Se trata de emisiones residuales de procesos industriales, así como emisiones de diversos usos industriales del agua, como emisiones de circuitos de refrigeración cerrados o semicerrados, procesos de generación de vapor y recirculación de aguas residuales, condensados y limpieza, evacuar a cualquier destino no industrial (Micronics, 2024).
- **Sistema de tratamiento de efluentes.** Es un conjunto de acciones individuales de naturaleza física, química, fisicoquímica o biológica encaminadas a prevenir o reducir la contaminación o propiedades indeseables. El objetivo de estas operaciones es obtener agua de una calidad adecuada para su uso, por lo que la naturaleza exacta y combinación de estos procesos depende de la naturaleza del agua de origen y su destino (Rodríguez, 2017).
- **Importancia de un sistema de tratamiento.** Es importante porque considera como una de las principales razones reducir la contaminación de las aguas subterráneas, los ríos y el agua de mar. Reduce los cambios y la degradación de ecosistemas asociados. Protege la salud pública y el medio ambiente. Protege la flora y fauna en

receptores naturales (mares, ríos, lagos). Reutiliza el agua purificada, ya que algunas actividades no requieren el uso de agua potable y no presentan riesgos para la salud, por ejemplo: riego de áreas verdes (jardines, centros recreativos, parques, canchas deportivas, etc.) y permite enmendar el suelo (arreglar, rectificar, corregir o corregir), en otras palabras, significa corregir un problema o defecto en el suelo. Una enmienda es un producto o mezcla de productos que corrige condiciones específicas del suelo y mejora su calidad (Orellana, 2018).

2.4. Hipótesis de la Investigación.

2.4.1 Hipótesis General.

Mediante la aplicación de dosificaciones de efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico se mejorará en el rendimiento del cultivo rábano.

2.4.2 Hipótesis Específicas

Mediante dosificaciones de efluente industrial recuperado se influirá en el rendimiento del cultivo rábano.

A partir de dosificaciones de fosfato monoamónico se mejorará en el rendimiento del cultivo rábano.

Mejorar en el cultivo del rábano en su desarrollo vegetativo al aplicarse el efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico.

2.5 Operacionalización de variables.

Variable 1: Aplicación de dosificaciones de efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico.

Variable 2: Rendimiento del cultivo rábano (*Raphanus sativus L.*).

Variable Interviniente: Campo de cultivo y semillas, Método experimental, insumos, materiales.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores
Independiente: Aplicación de dosificaciones de efluente industrial recuperado y complementado con fosfato monoamónico.	Características Físico Químicas del efluente y del complemento químico.	- Concentración de nutrientes del efluente y del fosfato monoamónico - Dosificación de los nutrientes a adicionar al cultivo. - Número de veces a adicionar al cultivo a experimentar.
Dependiente: Rendimiento de cultivo rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	Característica Físico Químicas de Producto obtenido.	- Longitud, diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso del rabanito. - Rendimiento Kg/ha del rabanito

CAPITULO III

Metodología

3.1 Diseño metodológico.

El estudio adoptó el tipo descriptivo y experimental. Se utilizó diseño de bloques completos al azar (DBCA), conformado por bloques en total son 3 y tratamientos en un número de 5, estas dosis se administraron tres veces, a los 10, 15 y 21 días después del trasplante. Todos los datos obtenidos desde el final del trasplante hasta la cosecha se les aplicó análisis de varianza y prueba de Duncan y se evaluaron continuamente las características físicas. Se extrajo de cada tratamiento unas hojas las cuales se analizaron en cuanto al aspecto químico en el llamado INIA (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria) entidad ubicada en Huaral.

Esa investigación tendrá cinco estadios secuenciales, es decir una estructura que se realizará sucesivamente, las cuales son las siguientes:

Primero: Preparación del efluente industrial a escala laboratorio y adquisición del fosfato monoamónico.

Segundo: Adquisición de las semillas de rábano, y preparación de los plantines para su trasplante.

Tercero: Selección del campo de cultivo y su preparación para el sembrado del cultivo de rabanito.

Cuarto: Trasplante de los plantines al campo de cultivo y aplicación del efluente preparado, con el fosfato monoamónico. Aplicación de riego y plaguicidas.

Quinto: Cosecha y evaluación de los cultivos obtenidos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está constituida por los 1500 cultivos sembrados en la parcela. Que son las plantas de rabanito el cual se desarrolla a 50 y 200 m.s.n.m.

3.2.2 Muestra

Una muestra representativa de la población de los cultivos cosechados de rabanito, está formada por 375 muestras de cultivos seleccionados de los bloques, según el tratamiento aplicado. El muestreo fue del 20 por ciento del conjunto poblacional, correspondiente por la muestra 25 plantas, las cuales se marcaron usando cinta adhesiva así se evaluaron desde el trasplante hasta la cosecha sus características físicas.

3.3 Técnicas de recolección de dato

Las técnicas de recolección de datos incluirán observación in situ, consulta con expertos y se registra información a un soporte informático (CD, USB, entre otros). Las herramientas que facilitan la investigación incluyen: cámaras fotográficas, grabadoras de audio y el uso de fotocopadoras para obtener información, complementada con información de Internet que se almacenará mediante archivos adjuntos computarizados.

Análisis físico químico, se tomará muestra representativa de los residuos orgánicos y del efluente obtenido y se evaluará in situ y en otros casos se llevará a un laboratorio para la evaluación del parámetro a determinar cuantitativamente.

Para el caso del análisis de datos de los suelos agrícolas se evaluaron tomando muestras de 10 ubicaciones diferentes del campo en un intento de representar el campo completo, 1 kg de cada muestra utilizando el método de zigzag. Se recolectaron muestras en profundidades aproximado de 0,25 m. utilizando pala pequeña enterrándose en mantas. Seguidamente la tierra es retirada, para separar 1 kilogramo para el traslado al INIA - Huaral.

3.4. Técnicas para el procesamiento de información.

Al realizar en campos de cultivo el análisis físico, se realizan muestreos repetidos y se toma la media aritmética para calcular la información requerida. Para obtener datos experimentales, los cultivos de rábano cultivados en suelo agrícola se someterán a 05 tratamientos utilizando diseño de bloques al azar. En la medida en que los análisis químicos se realicen en un laboratorio, se compararán con los resultados analíticos obtenidos por otros investigadores y con los resultados analíticos obtenidos

en trabajos similares. Finalmente, se utilizará un software estadístico para evaluar la significancia y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Se observaron y cuantificaron el peso, la altura, el diámetro ecuatorial y el diámetro polar del rábano. Para ello se utilizan herramientas de precisión como reglas digitales, reglas y calibradores a vernier. Además, también se determinaron las concentraciones de nutrientes utilizando materiales correspondientes al laboratorio EIA-Huaral.

Se hizo necesario el siguiente material:

a) Material de campo y vegetal:

- Residuo del efluente por refinación de fábrica de aceite
- Semillas de rabanito
- Fungicida y plaguicida
- Estacas
- Baldes
- Pala
- Cuadernillo de anotación
- Tableros
- Cartel

b) Equipos

- Balanza
- Equipamiento en laboratorio
- Cámara de fotografías
- Laptops

Procesado los datos conforme a característica física de rabanito se utilizó el software estadístico INFOSTAT. Este software determinó el resultado de análisis de varianza y prueba Duncan a 5 % de error.

Experimentación

El experimento adoptó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), los cuales fueron seleccionados al azar, en este caso se utilizaron los bloques I, II y III,

donde cada bloque estuvo compuesto por 5 tratamientos, donde se considera un control por cada tratamiento.

a. Factor de estudio

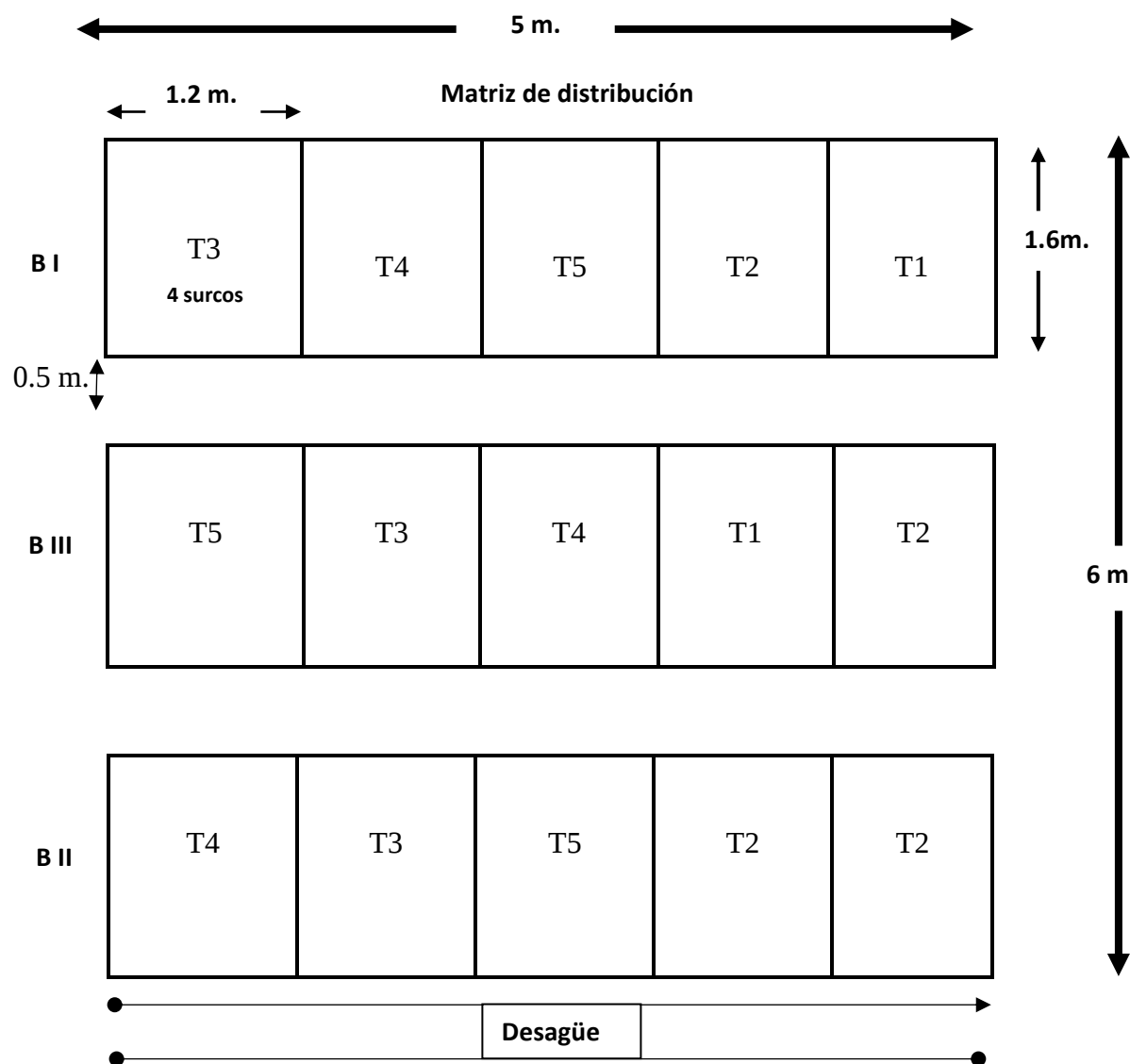
Este fertilizante líquido se elabora a partir de aguas residuales de una refinería de aceite de pescado, modificadas en el procesamiento de las aguas de lavado, según información obtenida de Cherrepano et al (2022) que luego es complementada con 4 dosis diferentes de fosfato monoamónico, 4 de las cuales fueron las pruebas de ensayo y una fue la prueba control. Se tuvo en cuenta el análisis del suelo para dosificar el fertilizante líquido.

Tabla 2

Dosis de fertilizante líquido biol con dosis de efluente y fosfato monoamónico

Tratamiento	Volumen adicionado de fertilizante líquido (mL)		
	Fecha de adición		
	01/12/2022	06/12/2022	12/12/2022
T1	0	0	0
T2	5	5	5
T3	10	10	10
T4	15	15	15
T5	20	20	20

b. Croquis del área de experimento



c. Características del área experimental

- 5 tratamientos
- 3 repeticiones

En el tratamiento se tiene:

- 15 parcelas
- 2 surcos mellizos por parcela
- 0.60 m. de distancia entre surcos
- 0.20 m. de distancia entre plantas
- 1 planta por golpe
- 50 plantas por surco mellizo
- 100 plantas / parcelas
- 5 m. de longitud en surco
- 1.2 m. de ancho entre parcelas
- 6 m² del área en parcela

Bloque

- 6 m. de largo
- 5 m. de ancho
- 30 m² de área neta
- 0.5 m. de distancia entre bloque

Área de experimento

- 90 m² neto
- 96 m² en total
- 1500 Total de Plantas

d. Procedimiento

Preparado de terreno

- Limpia de terreno: Estas medidas incluyen la recogida de botella, envase y algún material plástico contaminante del agua y suelo.
- Riegos de machaco: Una acción de índole cultural que consiste en regarse por un lapso de 5 horas o más el terreno y así prepararlo como campo, lo que quiere decir se tiene terreno con agua en una cantidad suficiente, esto es, saturado totalmente.

- Ventilación: Después de regar, dejamos que, entre aire durante en varios días normalmente de 2 a 3 días, esto depende del clima y suelo, culminando cuando el suelo tenga un nivel de humedad adecuado para el crecimiento de las plantas.
- Discado: Después de compactar el suelo, se coloca un disco en todo el perímetro del tractor o máquina y así retirar la tierra además proporcionar aire para un correcto crecimiento de las plantas.
- Rayado, a través del instrumento asegurado al tractor, pasándose a una distancia de 0.60 m. entre surco y surco en el terreno en el cual se experimentó es decir en su área total.
- Almacigo, El 15 de noviembre de 2022, se plantan semillas de rabanito, suponiendo que la tierra esté lista. Además, las semillas germinan muy rápido, son semillas enteras y las variedades están muy limpias. Después de dos días de riego, se siembran todas las hileras y se controlan constantemente para evitar plagas y enfermedades. Diez días después, las plantas alcanzan un tamaño de 10 cm y se retiran con cuidado para trasplantarlas.

- Trasplante de Rabanito

El trasplante de plantas de rabanito se realizó el 25 de noviembre de 2022, 10 días después de la siembra. Para ello, se retiran las plantas con cuidado y se sacan en un balde durante 5 min. el cual contiene solución fertilizante según tabla 2. Finalmente, las plantas se agrupan plantándose así a 0,20 m. entre planta de distancia, así como 0,60 m. de distancia en hileras, esto es, en los dos lados de la hilera.

- Riegos

El riego fue de 7 a 10 días, a como se presente el suelo y el clima. Entonces, se dieron uniformemente 10 riegos en toda el área luego de trasplantarse, así se evita encharcados.

- Deshierbo

Fue extraída con lampa la totalidad de maleza con mucho cuidado y de esta manera no se dañe la base de la planta. Esta actividad es realizada en promedio

entre dos semanas con el fin de reducirse competencias nutricionales, alguna enfermedad o algún hospedero de plaga.

- Fertilización

Fue realizado en 3 adiciones según tratamiento y dosis que se muestran en la tabla N°2; se realizaron en las fechas de 01, 06 y 12 de diciembre del 2022.

- Control de plaga y enfermedad

Sirven para controlar estas plantas de rabanito, además para combatir se utilizan productos que contienen Clorfenapyr y Clorpyrifos en los plaguicidas Certero y Tifón 4E respectivamente, se monitorea continuamente todo el proceso desde la siembra a cosecha. Así es logrado un porcentaje de daños por plagas contra mosca blanca, gusanos, minadores de hojas y otros.

- Cosecha

Los rábanos se cosecharon el 28 de diciembre de 2022, 34 días después del trasplante. Esto tiene en cuenta el grosor de la raíz del rábano. En aquel entonces se utilizaban sopletes para retirar las bombillas de todas las lámparas de prueba sin romperlas. Este proceso se realiza una sola vez y luego se evalúa la calidad.

CAPITULO IV

Resultados

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Resultados del análisis de suelo

En base a los valores de Priale (2016), se determinaron como resultados pH neutro ligeramente, baja materia orgánica, son bajos el fósforo y nitrógeno y alto potasio. También se determinó que tiene una capacidad menor de intercambio catiónico (CIC) además de elemento intercambiable entre ellos sodio. Según McKean (1993), los suelos tienen un contenido moderado de calcio y magnesio y Potasio en alto contenido. Este resultado se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Análisis de suelo de área experimental en Medio Mundo (Fundo la Querencia)

N° Lab.	C.E. 1:2:5 Ms/cm	pH 1:2:5	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO ₃ (%)	Intercambios catiónicos (mEq/100g. suelo)				CIC MEq/ 100g suelo
								Ca	Mg	Na	K	
11316- 22	0,133	6,5	0,5	0,03	20,69	150,35	0,00	3,49	1,14	0,64	0,39	5,66

Fuente: INIA

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

C.E: Conductividad eléctrica

M.O: materia Orgánica

Reacción de suelo (pH)	: Neutro
Salinidad (C.E.)	: Sin peligro de sales
Materia orgánica	: Bajo
Nitrógeno	: Bajo
Fósforo (P) disponible	: Alto
Potasio (K) disponible	: Alto
CaCO ₃ (Carbonato de calcio)	: Normal

4.1.2 Resultados de análisis de agua de riego

Respecto al análisis de agua de riego utilizada para la experimentación en cultivos de rabanitos analizando resultado según Tabla 4, la concentración de Sodio y

el valor del SAR y de acuerdo al gráfico que se muestra en el anexo 3 de clasificación de tipos de agua para riego (LABSAF, INIA) el agua califica apta para riego con precauciones.

Tabla 4

Análisis del Aguav

ENSAYOS	UNID.	RESULTADO
pH	Unidad	6,9
C.E.	uS/cm	694,0
Ca ²⁺	meq/L	3,51
Mg ²⁺	meq/L	1,72
Na ⁺	meq/L	1,19
K ⁺	meq/L	0,51
Suma de Cation	meq/L	6,93
CO ₃ ²⁻	meq/L	0,00
HCO ₃ ³⁻	meq/L	1,04
Cl ⁻	meq/L	1,94
NO ₃ ³⁻	meq/L	0,20
SO ₄ ²⁻	meq/L	3,75
Suma de Anión	meq/L	6,93
SAR	S.U.	0,74
Clasificación	S.U.	C2-S1
Análisis del Microelemento		
Fe	Mg/L	1,568
Zn	Mg/L	0,035
Cu	Mg/L	0,003
Mn	Mg/L	0,057

4.1.3 Resultado del análisis de efluentes

La tabla 5 muestra resultados de análisis físico químico de efluente separado y procesado de la refinación del aceite de pescado.

Tabla 5

Análisis físico - químico de efluente resultante de refinación

Parámetros Físico - Químicos	Resultados
pH	8,24
C.E	4,71 (ms/cm)
Sólido total	3,59 (g/L)
M.O.	722 (mg/L)
N	25760 (mg/L)
P	88,86 (mg/L)
K	1707,51 (mg/L)
Ca	17,19 (mg/L)
Mg	1,85 (mg/L)
C/N	0,03
Fe	0,055 ppm
Zn	0,58 ppm
Cu	0,005 ppm
Mn	0,11 ppm

4.1.4 Resultado de evaluación en campo y laboratorio

4.1.4.1 Evaluación en campo

Altura de planta

Se procede a la medición usando un vernier electrónico tomándose la medida en cada planta que conforma la muestra, que fueron 25 plantas de cada tratamiento luego de la cosecharlas. Obteniéndose datos necesarios, es aplicado la prueba de Duncan y análisis de varianza, con lo cual se precisa el tratamiento que más destaca.

Pesaje a planta de rabanito

Se realiza la evaluación mientras se cosecha en cada parcela, que consistió en extraerse la planta, incluyendo el bulbo. Después, es remojada con agua para que luego dejar orear. Luego, fueron pesadas en una balanza de precisión, de cada parcela las 25 plantas. Cuando ya se obtuvo los datos, se pasó a procesar el análisis estadístico es así que se precisó el tratamiento sobresaliente.

Rendimiento comercial

Se obtuvo de las plantas de la parcela el peso total para después proyectarse a hectárea (10 000 m²). Fue realizado este procedimiento en cada una de las parcelas en un lapso de tiempo único al cosechar estos datos se procesaron por estadística. Preciándose de esta forma cual fue el tratamiento con más destaque.

Diámetro Ecuatorial y Polar del rabanito

Prosiguiendo a las medidas anteriores, se procedió a medir el diámetro polar y ecuatorial en las muestras de rabanito de las 25 plantas de cada parcela. Luego de obtener los datos, fueron procesados por análisis estadístico y se precisó qué tratamiento sobresale.

4.2 Contrastación de hipótesis

Para contrastar, fueron procesados los datos teniendo en cuenta características físicas del cultivo según análisis de varianza, tal como se tiene en la tabla siguiente.

Tabla 6

Análisis de varianza para bloque y tratamiento

Fuente de Variación	SC	Gl	CM	Modelo I E(CM)	Modelo II E(CM)	F. cal
Bloques	SC _b	b – 1	CM _b =SC _b /b-1	$\frac{\sigma_e^2 + \sum \beta_i^2}{(b - 1)}$	$\sigma_e^2 + t\sigma_\beta^2$	CM _b /CM _e
Tratamientos	SC _{tr}	T – 1	CM _{tr} =SC _{tr} /t-1	$\frac{\sigma_e^2 + b\sum T_i^2}{(t - 1)}$	$\sigma_e^2 + b\sigma_t^2$	CM _{tr} /CM _e
Error	SC _e	(b-1)(t-1)	CM _e =SC _e /(b-1)(t-1)	σ_e^2	σ_e^2	
Total	SC _t	bt – 1				

Fuente: Propuesta según Anderson et al. (2008)

Luego de procesase los datos mediante análisis de varianza, fue aplicada la prueba Duncan con un error de 5%. Esta prueba sirvió para precisarse que tratamiento destaca y además determina si hay homogeneidad o si no la hay, lo cual se califica y agrupa usando las letras del abecedario según promedio de tratamientos. Siendo la fórmula de Duncan la siguiente:

$$DX: Kr * \sqrt{\frac{CME}{N}}$$

Representación:

- CM_E : Denominado Cuadro Media de Error
- Dx : Rango estandarizado de menor significancia que va a depender según número de grado de libertad y nivel de significancia.
- Kr : Diferencia mínima entre medias más grande y más pequeña que debe existir en el grupo tamaño p .
- N : Número de elemento para un específico tratamiento

4.2.1 Análisis de contrastación en altura de planta del rabanito

No hay entre tratamientos significancia según análisis de varianza como se observa en la tabla 6. Entendiéndose que no hubo efecto en el tamaño de planta según dosis de efluente complementado. Con un coeficiente de variación igual a 29.68, el cual representa en las parcelas la variabilidad ligera de promedios, basado en valores establecidos por Moscote y Quintana (2008).

Los datos procesados en cuanto a altura según prueba de Duncan, resultó que T4, sobresalió respecto a los otros con 18.47 cm., de igual forma, se apreció que los tratamientos en su mayoría están relacionados por tener calificación (A). Significa dicho resultado que, a dosis mayor de efluente complementado, fue obtenida una diferencia pequeña que favorece al tratamiento T4 para altura mayor, obteniéndose en los promedios una homogeneidad (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis de varianza de altura en el cultivo de rabanito

LONGITUD					
Variable	N	R ²	R ² Adj	CV	
LONGITUD	375	0.02	4.7E-03	29.69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	159.10	4	39.78	1.44	0.2192
TRATAM	159.10	4	39.78	1.44	0.2192
Error	10198.13	370	27.56		
Total	10357.24	374			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 27.5625 gl: 370					
TRATAM	Medias	n	E.E.		
4	18.47	75	0.61	A	
1	18.27	75	0.61	A	
5	17.73	75	0.61	A	
3	17.25	75	0.61	A	
2	16.69	75	0.61	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Nota: Se considera de igual estadística los promedios con la misma letra.

Al confrontar la altura de planta del rabanito se tiene 18.47 cm. en T4, diferenciándose en 9.6% relacionado a T2 con 16.69 cm. Por tanto, en mayor dosis de sulfato monoamónico (representado en T4), se incrementa altura al compararse frete a tratamiento T2, evidenciando una influencia pequeña al adicionarse nutrición, la misma tendencia se observa en los demás resultados a excepción del tratamiento T1.

4.2.2 Análisis de contrastación del diámetro ecuatorial en planta de rabanito

Luego de procesarse datos acerca de diámetro ecuatorial por varianza en el cultivo de rabanito, no hay significancia al confrontarse con los otros tratamientos. Dicho resultado demuestra que no hay influencia al aplicarse el efluente complementado con sulfato monoamónico referente al diámetro ecuatorial del fruto de rabanito y en consecuencia tampoco varia la calidad. Se tuvo 35.26 como coeficiente de variación, lo cual indica que si hubo variación ligera al promediarse parcelas cultivadas con rabanito (se muestra en la tabla 8)

Tabla 8

Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del cultivo rabanito

DIAMETRO ECUAT					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
DIAMETRO ECUAT	375	0.07	0.06	35.26	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111.84	4	27.96	7.45	<0.0001
TRATAM	111.84	4	27.96	7.45	<0.0001
Error	1388.94	370	3.75		
Total	1500.78	374			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 3.7539 gl: 370					
TRATAM	Medias	n	E.E.		
1	6.38	75	0.22	A	
5	5.71	75	0.22		B
4	5.37	75	0.22		B
3	5.29	75	0.22		B C
2	4.72	75	0.22		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Se tiene que sobresalió T5, con diámetro igual a 5.71 cm., los tratamientos promediados tienen relación al agruparse las diferentes letras (A, B y C). Esto interpreta que el efluente complementado aplicado en mayor dosis genera un diámetro ecuatorial de bulbo con mayor diámetro. Por lo tanto, en el resto de tratamientos no se tuvo homogeneidad en cuanto a sus valores.

4.2.3 Análisis de contrastación del diámetro polar del rabanito

Luego de procesarse datos mediante varianza en cuanto a diámetro polar en el bulbo del rabanito, se tiene que entre los tratamientos no se observó significancia. Por lo cual se considera que no hubo influencia al aplicarse el efluente complementado con sulfato monoamónico, en cuanto al diámetro polar del bulbo ni respecto a su calidad. Se tuvo un coeficiente de variación igual a 36.70 y el p-valor de 0.031, indicando que si hubo variación moderada ligera en el promedio de parcelas experimentadas con rabanito (Se observa en la tabla 9)

Tabla 9

Análisis de varianza del diámetro polar del cultivo rabanito

DIAMETRO POLAR					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
DIAMETRO POLAR	375	0.03	0.02	36.70	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.86	4	3.96	2.68	0.0313
TRATAM	15.86	4	3.96	2.68	0.0313
Error	546.64	370	1.48		
Total	562.50	374			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 1.4774 gl: 370					
TRATAM	Medias	n	E.E.		
5	3.53	75	0.14	A	
1	3.41	75	0.14	A	
4	3.40	75	0.14	A	
3	3.28	75	0.14	A	B
2	2.93	75	0.14		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Se acentúa T5, que obtuvo un diámetro de 3.53 cm. y con tratamientos con promedios relacionados agrupados con letras diferentes (A y B). Interpretándose así que, si se aplica mayor dosis de efluente complementado, se obtiene un mayor diámetro polar de bulbo. Sin embargo, si hubo significancia estadística y no homogeneidad en los valores de los tratamientos.

4.2.4 Análisis de contrastación del peso en planta de rabanito

Al procesarse datos respecto a peso en la planta de rabanito al analizarse por medio de la varianza, se tiene que entre tratamientos no hay significancia estadística. Esto quiere decir que no afecta la dosis de efluente complementado respecto al peso de bulbo de rabanito. Detallándose un coeficiente de variación de 29.22 y un p-valor de 0.0001, esto manifiesta que en promedio no existe alta variación en las parcelas, según la valoración dada por Moscote y Quintana (2008)

El tratamiento T4, destacó ante los otros tratamientos resultando con un peso de 21.53 g, los cuales se agrupan bajo diferentes letras (A, B y C). Lo cual se interpreta que a mayor dosis respecto a efluente complementado como resultado hay peso mayor en un bulbo de rabanito. Pero, estadísticamente todo promedio se considera homogéneo, no muestra una considerable variación (Tabla 10)

Tabla 10

Análisis de varianza del peso del cultivo rabanito

PESO DE RABANITO					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PESO DE RABANITO	375	0.24	0.23	29.22	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3467.99	4	867.00	28.88	<0.0001
TRATAM	3467.99	4	867.00	28.88	<0.0001
Error	11109.44	370	30.03		
Total	14577.43	374			
Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 30.0255 gl: 370					
TRATAM	Medias	n	E.E.		
4	21.53	75	0.63	A	
3	20.89	75	0.63	A	
5	19.99	75	0.63	A	B
2	18.28	75	0.63		B
1	13.08	75	0.63		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

4.2.5 Análisis de contrastación del rendimiento comercial

El análisis de dato respecto al rendimiento comercial según varianza en la tabla, los tratamientos no muestran significancia. Lo que quiere decir que no influye respecto al rendimiento si se aplica un efluente complementado. De otro lado, se observa variación en el coeficiente siendo 29.62 y un p-valor de 0.0001, se interpreta entonces que se tiene variación ligera al promediarse las parcelas sembradas con rabanito.

Tabla 11

Análisis de varianza de rendimiento del cultivo rabanito

RENDIMIENTO					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
RENDIMIENTO	375	0.24	0.23	29.62	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47.79	4	11.95	28.63	<0.0001
TRATAM	47.79	4	11.95	28.63	<0.0001
Error	154.44	370	0.42		
Total	202.23	374			

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.4174 gl: 370					
TRATAM	Medias	n	E.E.		
5	2.51	75	0.07	A	
4	2.39	75	0.07	A	
3	2.35	75	0.07	A	B
2	2.15	75	0.07		B
1	1.51	75	0.07		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Nota: (*) significativa, (**) No significativa

Se procedió luego a analizar los datos estadísticamente respecto al rendimiento comercial por prueba de Duncan con error de 5%. Destacando T5 con 39.97 t/ha., siendo agrupados los promedios con las letras respectivas (A, B y C). Significa esto que si el compost es de mayor dosis entonces el rendimiento es mayor. Pero no se tiene estadística significativa diferente, porque comparten todos los tratamientos igual letra.

CAPITULO V

Discusión

5.1 Discusión de resultado

Según croquis del área experimental, se muestra el diseño experimental para la distribución de los cultivos se utilizó 3 bloques y 5 tratamientos por cada bloque a fin de minimizar el efecto de sesgo a los resultados, por los diferentes efectos de contaminación y aplicaciones de posibles agroquímicos que se habría aplicado al terreno de cultivo, antes de iniciar el trabajo experimental en el terreno del fundo de la Querencia.

En la Tabla 3, se muestra el análisis del suelo del área experimental de Medio Mundo (Fundo la Querencia) se aprecia una reducida concentración del macronutriente nitrógeno de 0.03 % , 20.69 ppm de fósforo y así también al contenido de materia orgánica es también bajo, que inevitablemente influyó negativamente en los resultados, que algunas veces presentan valores contradictorios, justamente por efecto de esta deficiencia incontrolable, que también es remediable pero no fue objeto de estudio en el presente trabajo de investigación. En base a los valores de Priale (2016), los resultados se califican al analizarse el suelo mostrados según tabla 3, como materia orgánica baja, pH ligeramente neutro, bajo fósforo y nitrógeno siendo alto el potasio. También se determinó que tiene elementos intercambiables como el sodio y capacidad menor respecto a intercambio catiónico (CIC). Según McKean (1993), los suelos tienen un contenido moderado de calcio y magnesio y un alto contenido de potasio. Así también en cuanto a micronutriente concentrados según tabla 3, resultó que se encuentran con altos valores en Cu, Fe, y Mn, porque se sobrepasa a rangos promedios de Toledo (2016), que mencionó elementos con adecuados niveles entre ellos hierro muestran 56 y 112 ppm, mientras zinc y cobre tienen 3.4 y 1.7 ppm. Estos resultados se muestran en la tabla 3. A fin de enmendar las deficiencias para algunos nutrientes del suelo se preparó una solución fertilizante complementada con fosfato monoamónico que tiene un contenido de 0.15% y 0.69% de nitrógeno total y P₂O₅ respectivamente, a fin de corregir el déficit de estos nutrientes del suelo, se incorporó por tres veces vía foliar al cultivo, en diferentes dosis que se muestran en la tabla 2. El objetivo de adicionar a la planta dosis diferenciadas de fertilizante líquido fue evidenciar su efecto, mediante la determinación de sus características físicas, tales como la altura, el diámetro polar y ecuatorial, el peso y rendimiento de cultivo de rabanitos.

En cuanto a característica física resultante en planta de rabanitos, en ensayos experimentales de 05 tratamientos correspondientes a los 3 bloques, es apreciada que las características físicas en el cultivo de rabanitos mejoraron, según se incrementó dosis de fertilizante líquido preparado, adicionando tres veces en el cultivo, esto puede apreciarse según tabla 7, tabla 8, tabla 9, tabla 10 y tabla 11. Del análisis realizado a tablas mencionadas, se infiere la correlación, a más dosis de fertilizante líquido, mayor peso del bulbo rabanito, así como calidad y rendimiento del bulbo, dicho efecto puede explicarse con la adición del nutriente de fertilizante líquido derivado del efluente derivado al lavarse la refinación de aceite de pescado, suplementado con fosfato monoamónico, que se demuestra que hay una mejora del cultivo. Sin embargo, no hubo efecto de dosis en términos estadísticos en cuanto al efecto sobre la altura de la planta, pero si lo hubo en el cultivo con respecto a características físicas como: diámetro polar y ecuatorial, peso y consecuentemente también rendimiento del cultivo si se registró en el análisis de varianza una significancia estadística.

También se apreció que al aplicar el fertilizante líquido foliarmente al cultivo de rabanito, una parte del flujo dispersado en microgotas se precipita al suelo, llegando a las raíces de la planta, siendo asimilado por la planta el fertilizante líquido. De igual forma, resulta comprobable que al aplicarse el efluente líquido alrededor del 40% se deposita al suelo, en las proximidades de plantas, el cual penetrando al suelo es favorable para que raíces y microbiota de plantas las absorban.

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

La mejora de la calidad del suelo agrícola deficiente en fosforo y nitrógeno, si se reflejó con el aporte por tres veces de aplicación foliar del fertilizante liquido constituido por el efluente con variantes en su proceso de refinación, tendientes a proveerles de macronutrientes de potasio y nitrógeno, en estado inorgánico, por otro lado, también se le complementó con fosfato monoamónico, para superar la deficiencia del suelo en fosforo y nitrógeno. El nitrógeno se le adicionó con este complemento de fosfato monoamónico más a el aporte de nitrógeno del efluente.

Se comprobó que a medida que se incrementa dosis de fertilizante líquido del efluente mejorado y complementado con fosfato monoamónico los tratamientos T3, T4 y T5 tuvieron una mejora en cuanto a características físicas frente a T2. El tratamiento T1, fue una excepción a la tendencia mostrada por los demás tratamientos.

En relación a características físicas de cultivo rabanito según las tablas T7, T8, T9, T10 y T11, respecto a la altura de planta, fue observado que el análisis de varianza con un p-valor de 0.2192 y según el test Duncan, las medias con una letra , por lo que por ambas pruebas señalan que los tratamientos utilizado para la característica de altura de la planta no presento significancia estadística, en las demás características físicas como el diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso del bulbo del rabanito si se registró significancia estadística en el análisis de varianza y test de Duncan.

El tratamiento T5, fue el registró mayor rendimiento, con una producción de 2,51 tn/ha., de bulbo rabanito, en relación al rendimiento alcanzado por los demás tratamientos en el área de cultivo experimental.

6.2 Recomendaciones

Se debe adoptar preferentemente como protocolo de fertilización el tratamiento T5 ya que este alcanzó un rendimiento mayor, por tal razón debe implementarse considerándolo como estrategia estándar sobre todo en suelos que tengan deficiencia de nitrógeno y fósforo para cultivo de rabanito ya que demuestra que es un tratamiento eficiente si se quiere en cuanto a aporte de nutrientes y productividad.

De igual forma se debe realizar múltiples aplicaciones foliares de fertilizante líquido, por lo menos en tres oportunidades en lo que constituye la etapa de cultivo, porque con dicha práctica se demuestra una notable mejora en cuanto a particularidades de planta y suelo.

Monitorearse otras características físicas en el cultivo, porque al no haber diferencias significativas estadísticamente en cuanto a la altura de la planta, si se halló diferencias en el diámetro tanto polar como ecuatorial y lo mismo ocurrió con el peso del bulbo, es así que resulta recomendable enfocarse en diferentes parámetros con lo cual se evaluaría lo efectivo que resultan los tratamientos.

Finalmente, se recomienda hacer una réplica del estudio en diversas condiciones agroecológicas, esto ayudaría a ampliar y validar las aplicaciones según los resultados, así debe considerarse otros tipos de suelos así como condiciones de clima, esto ayudaría a robustecer conocimientos y consecuentemente generalizar aplicaciones.

Referencias Bibliográficas

- Anderson, B., Ruane, J., Kanamitsu, M., & Salvucci, G. (2008). A new metric for estimating local moisture cycling and its influence upon seasonal precipitation rates. *J. Hydrometeorol*, 9, 576-588. <https://www.giss.nasa.gov/pubs/abs/an09000a.html>
- Barbazán, M. (2011). Characterization of organic materials applied in intensive agricultural systems in Uruguay. *Agrociencia*, 15(1), 82-92. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482011000100010&script=sci_abstract&tlng=en
- Bohórquez, A., Puentes, Y., & Menjivar. (2015). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Manejo y conservación de suelos y aguas*, 15(1), 73-81. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/398/315>
- Cárdenas, A. (2012). *Producción y calidad de semilla de calabaza (Cucúrbita pepo L.) tipo (Zucchini) bajo fertilización orgánica versus inorgánica*. Tesis de titulación, Universidad Autónoma Agraria.
- Castillo, B., Ruiz, J., Manrique, M., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Revista Espacios*, 41(10), 1-11. O <https://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>
- Cherrepano, R., Vélez, Y., & Legua, J. (2022). Neutralización con KOH del aceite de pescado para la obtención de un efluente fertilizante. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 6(16), 120-129. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaal>
- Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, M., Ramos, S., & Rodríguez, J. (2017). *Bacillus spp*: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 46-65. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702017000100046
- Escalante, S. (2020). *Lodos residuales y biosólidos provenientes de la industria alimentaria en beneficio a la agricultura, una revisión sistemática entre 2009 y 2019*. Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte.

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25897/Trabajo%20de%20investigaci%c3%b3n_Escalante%20Caballero.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Euceda, L. (2022). *EL pH: ¿Qué es? ¿Cómo se mide?* UNAH-CURLA. <https://vinculacion.unah.edu.hn/dmsdocument/16228-4-el-ph-que-es-y-como-se-mide-pdf#:~:text=La%20presencia%20de%20iones%20de,%2C%20manganeso%2C%20cobre%20o%20zinc.>

INFOBAE. (2024). *La evolución puede impedir a los humanos resolver el cambio climático.* <https://www.infobae.com/america/agencias/2024/01/03/la-evolucion-puede-impedir-a-los-humanos-resolver-el-cambio-climatico/>

INTAGRI. (2018). Disponibilidad de nutrientes y el pH del suelo. *Serie Nutrición Vegetal*(113), 1-4.

Meza, C., Fernández, S., & Meléndez, L. (2003). Roca fosfórica de riecito tratada con vinaza y altas temperaturas como fuente de fósforo para el maíz. *Agronomía Tropical*, 53(3), 315-330. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2003000300005

Micronics. (2024). ¿Qué son aguas residuales industriales y de dónde procede? <https://www.micronicsinc.com/es/filtration-news/what-is-industrial-wastewater/>.

Moscote, O., & Quintana, L. (2008). *Programa Administración Pública Territorial*. Escuela Superior de Administración Pública. <https://www.studocu.com/co/document/politecnico-grancolombiano/estadistica/5-estadistica-1-ejercicio/31723540>

Orellana, J. (2018). Tratamiento de las aguas. *Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO*(6), 1-123.

Paredes, P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Industrial Data*, 17(2), 72-80. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640856009.pdf>

Prado, C. (2012). *Fertilización química y aplicación de compost a base de residuos de camal, en el rendimiento de brocoli (Brassica oleracea L. Variedad itálica)*, a 2,750

m.n.s.n.m Canaan - Ayacucho. Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.

Prialé, C. (2016). *Muestreo de suelo*. INIA.
<https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/e45a30c0-d2f5-4a41-872e-79425b3d752a/content>

Rodriguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*.
<https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

Sharma, A., Patni, B., Shankhdhar, D., & Shankhdhar, S. (2013). Zinc – An Indispensable Micronutrient. *Physiol Mol Biol Plants*, 19(1), 11-20.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24381434/>

Souto, A., Leguizamón, C., Villalba, L., & Escobar, N. (2023). *Estimación de salinidad del suelo en parcela de uso agrario*. Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo – SOPACIS.
https://sopacis.org.py/wp-content/uploads/2023/09/CPCS_FINAL_230908_161242.pdf

Telwesa. (2024). *Aguas residuales: ¿Qué son y cómo se clasifican?*
<https://telwesa.com/aguas-residuales/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20aguas%20residuales,f%C3%ADsico%20como%20qu%C3%ADmico%20y%20org%C3%A1nico.>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza y Test de Duncan

Nueva tabla : 8/07/2024 - 18:18:05 - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

LONGITUD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD	375	0.02	4.7E-03	29.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	159.10	4	39.78	1.44	0.2192
TRATAM	159.10	4	39.78	1.44	0.2192
Error	10198.13	370	27.56		
Total	10357.24	374			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 27.5625 gl: 370

TRATAM	Medias	n	E.E.	
4	18.47	75	0.61	A
1	18.27	75	0.61	A
5	17.73	75	0.61	A
3	17.25	75	0.61	A
2	16.69	75	0.61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

DIAMETRO ECUAT

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO ECUAT	375	0.07	0.06	35.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111.84	4	27.96	7.45	<0.0001
TRATAM	111.84	4	27.96	7.45	<0.0001
Error	1388.94	370	3.75		
Total	1500.78	374			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.7539 gl: 370

TRATAM	Medias	n	E.E.	
1	6.38	75	0.22	A
5	5.71	75	0.22	B
4	5.37	75	0.22	B
3	5.29	75	0.22	B C
2	4.72	75	0.22	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

DIAMETRO POLAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO POLAR	375	0.03	0.02	36.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.86	4	3.96	2.68	0.0313
TRATAM	15.86	4	3.96	2.68	0.0313
Error	546.64	370	1.48		
Total	562.50	374			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4774 gl: 370

TRATAM	Medias	n	E.E.	
5	3.53	75	0.14	A
1	3.41	75	0.14	A
4	3.40	75	0.14	A
3	3.28	75	0.14	A B
2	2.93	75	0.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PESO DE RABANITO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE RABANITO	375	0.24	0.23	29.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3467.99	4	867.00	28.88	<0.0001
TRATAM	3467.99	4	867.00	28.88	<0.0001
Error	11109.44	370	30.03		
Total	14577.43	374			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 30.0255 gl: 370

TRATAM	Medias	n	E.E.	
4	21.53	75	0.63	A
3	20.89	75	0.63	A
5	19.99	75	0.63	A B
2	18.28	75	0.63	B
1	13.08	75	0.63	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	375	0.24	0.23	29.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47.79	4	11.95	28.63	<0.0001
TRATAM	47.79	4	11.95	28.63	<0.0001
Error	154.44	370	0.42		
Total	202.23	374			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.4174 gl: 370

TRATAM	Medias	n	E.E.	
5	2.51	75	0.07	A
4	2.39	75	0.07	A
3	2.35	75	0.07	A B

2	2.15	75	0.07	B
1	1.51	75	0.07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Datos de las características físicas del cultivo de rabanito

REPETICION	TRATAM	LONGITUD	DIAMETRO ECUAT	DIAMETRO POLAR	PESO DE RABANITO	RENDIMIENTO
1	1	20	4	4	16	1.85
2	1	15	8	3	15	1.73
3	1	1	7	3	15	1.73
4	1	20	8	3	16	1.85
5	1	15	6	3	12	1.38
6	1	18	5	4	13	1.50
7	1	20	4	5	14	1.61
8	1	16	6	3	15	1.73
9	1	13	7	3	16	1.85
10	1	13	7	3	10	1.15
11	1	19	5	2	12	1.38
12	1	17	4	3	15	1.73
13	1	18	4	2	15	1.73
14	1	18	7	4	14	1.61
15	1	10	7	4	13	1.50
16	1	16	7	3	12	1.38
17	1	13	5	5	11	1.27
18	1	14	6	2	13	1.50
19	1	14	4	2	12	1.38
20	1	15	7	2	15	1.73
21	1	13	5	2	12	1.38
22	1	7	5	3	10	1.15
23	1	12	6	2	11	1.27
24	1	12	4	2	10	1.15
25	1	11	3	2	9	1.04
1	1	25	6	4	15	1.73
2	1	26	12.8	5	15	1.73
3	1	32	10	3	13	1.50
4	1	35	11	4	12	1.38
5	1	24	7	3	14	1.61
6	1	25	7	3	11	1.27
7	1	18	8	4	12	1.38
8	1	23	7	2	13	1.50
9	1	17	8	3	15	1.73
10	1	23	7	2	9	1.04
11	1	17	7	4	8	0.92
12	1	19	8	5	12	1.38
13	1	10	8	4	15	1.73
14	1	18	5	2	13	1.50

15	1	20	10	4	14	1.61
16	1	24	8	5	12	1.38
17	1	18	5	3	11	1.27
18	1	21	6	3	10	1.15
19	1	16	5	3	9	1.04
20	1	18	9	5	12	1.38
21	1	17	4	2	13	1.50
22	1	16	5	3	14	1.61
23	1	20	6	4	15	1.73
24	1	18	3	5	13	1.50
25	1	10	7	4	12	1.38
1	1	17	9	3	12	1.38
2	1	20	6	3	13	1.50
3	1	24	7	4	12	1.38
4	1	23	8	4	10	1.15
5	1	24	7	4	12	1.38
6	1	22	6	4	13	1.50
7	1	20	7	4	15	1.73
8	1	22	8	5	14	1.61
9	1	25	8	4	15	1.73
10	1	19	6	3	16	1.85
11	1	20	6	6	14	1.61
12	1	22	7	4	15	1.73
13	1	24	7	4	14	1.61
14	1	16	8	4	13	1.50
15	1	20	9	3	12	1.38
16	1	15	5	3	15	1.73
17	1	20	5	4	13	1.50
18	1	13	5	3	15	1.73
19	1	23	5	4	14	1.61
20	1	18	4	3	15	1.73
21	1	19	5	5	16	1.85
22	1	18	5	3	12	1.38
23	1	17	6	2	14	1.61
24	1	19	5	4	15	1.73
25	1	20	4	3	14	1.61
1	2	26	5	4	20	2.31
2	2	17	9	3	18	2.08
3	2	21	7	3	19	2.19
4	2	23	8	3	20	2.31

5	2	19	6	3	19	2.19
6	2	18	5	5	18	2.08
7	2	20	4	3	16	1.85
8	2	20	6	3	15	1.73
9	2	20	7	3	17	1.96
10	2	16	7	2	25	2.88
11	2	17	5	3	16	1.85
12	2	19	5	3	19	2.19
13	2	13	4	2	20	2.31
14	2	23	7	4	22	2.54
15	2	18	7	4	21	2.42
16	2	19	5	5	16	1.85
17	2	17	6	2	17	1.96
18	2	18	4	5	16	1.85
19	2	18	5	2	14	1.61
20	2	15	5	2	16	1.85
21	2	16	6	2	20	2.31
22	2	13	4	3	21	2.42
23	2	14	3	1	13	1.50
24	2	15	5	4	15	1.73
25	2	13	4	3	14	1.61
1	2	20	5	6	20	1.73
2	2	20	6	5	18	1.96
3	2	19	4	3	17	2.54
4	2	14	4	2	21	2.31
5	2	18	4	2	22	1.61
6	2	19	3	3	16	1.73
7	2	7	2	3	17	1.85
8	2	21	5	2	18	2.08
9	2	20	4	4	15	2.31
10	2	20	6	4	17	2.08
11	2	24	7	4	22	2.54
12	2	20	6	2	20	1.85
13	2	23	4	2	14	2.31
14	2	15	4	3	15	2.08
15	2	16	4	3	16	2.54
16	2	21	4	4	18	1.85
17	2	16	5	3	20	2.31
18	2	15	6	5	19	2.08
19	2	20	4	4	18	2.54

20	2	15	7	3	16	1.73
21	2	21	4	3	20	2.42
22	2	18	4	3	18	2.19
23	2	18	5	2	22	1.96
24	2	18	5	2	16	2.42
25	2	17	5	2	21	2.31
1	2	13	3	2	18	2.08
2	2	16	6	3	22	1.85
3	2	15	5	4	15	1.73
4	2	1	4	3	21	2.54
5	2	17	5	3	19	2.19
6	2	10	5	3	17	2.08
7	2	16	4	2	21	1.85
8	2	18	4	4	20	2.31
9	2	17	4	3	18	3.46
10	2	17	4	2	16	3.46
11	2	14	5	3	15	2.88
12	2	17	4	3	22	2.31
13	2	13	4	5	19	2.08
14	2	16	5	2	18	1.85
15	2	16	3	2	16	2.31
16	2	13	3	2	20	2.88
17	2	16	5	3	18	1.96
18	2	12	3	2	17	1.85
19	2	13	2	2	16	2.08
20	2	15	3	2	21	2.88
21	2	14	4	2	19	2.31
22	2	14	4	2	22	1.50
23	2	9	3	2	23	1.38
24	2	13	3	2	17	1.73
25	2	14	3	1	18	2.54
1	3	18	6	3	30	2.08
2	3	21	5	3	30	2.31
3	3	15	6	5	25	2.88
4	3	27	8	5	20	2.54
5	3	19	8	4	18	2.31
6	3	22	5	3	16	2.08
7	3	18	5	3	20	2.31
8	3	15	5	3	25	2.88
9	3	17	5	4	17	1.73
10	3	17	5	4	16	0.58
11	3	18	4	2	18	1.38
12	3	16	5	3	25	1.15
13	3	15	5	4	20	1.15
14	3	15	5	4	13	1.50
15	3	23	9	4	12	2.08
16	3	9	4	2	15	2.31
17	3	16	4	3	22	2.54
18	3	15	4	4	18	1.38
19	3	14	5	4	20	1.15

20	3	12	4	3	25	0.92
21	3	14	4	3	22	1.38
22	3	14	3	3	20	1.73
23	3	16	4	4	18	2.31
24	3	12	6	2	20	1.38
25	3	22	2	11	25	1.73
1	3	23	8	4	15	2.54
2	3	23	5	3	5	1.38
3	3	14	5	3	12	1.15
4	3	17	3	2	10	0.92
5	3	18	10	3	10	1.38
6	3	14	5	3	13	1.73
7	3	24	4	3	18	2.31
8	3	14	4	2	20	1.38
9	3	11	2	1	22	4.38
10	3	12	3	2	12	3.46
11	3	10	2	2	10	2.88
12	3	10	2	2	8	3.46
13	3	15	10	2	12	4.61
14	3	13	5	5	15	4.04
15	3	11	6	4	20	2.54
16	3	18	6	3	12	4.04
17	3	13	5	2	15	4.61
18	3	5	16	3	10	2.54
19	3	3	1	1	12	1.73
20	3	12	3	3	15	2.08
21	3	12	3	2	10	4.04
22	3	15	6	3	15	3.46
23	3	13	4	3	17	1.96
24	3	10	3	2	20	2.08
25	3	12	3	3	16	3.46
1	3	24	6	2	38	4.61
2	3	30	7	2	30	2.54
3	3	23	10	5	25	1.73
4	3	20	6	3	30	2.08
5	3	28	6	3	40	4.04
6	3	20	6	3	35	3.46
7	3	21	6	3	22	1.96
8	3	12	4	3	35	2.08
9	3	24	7	2	40	2.19

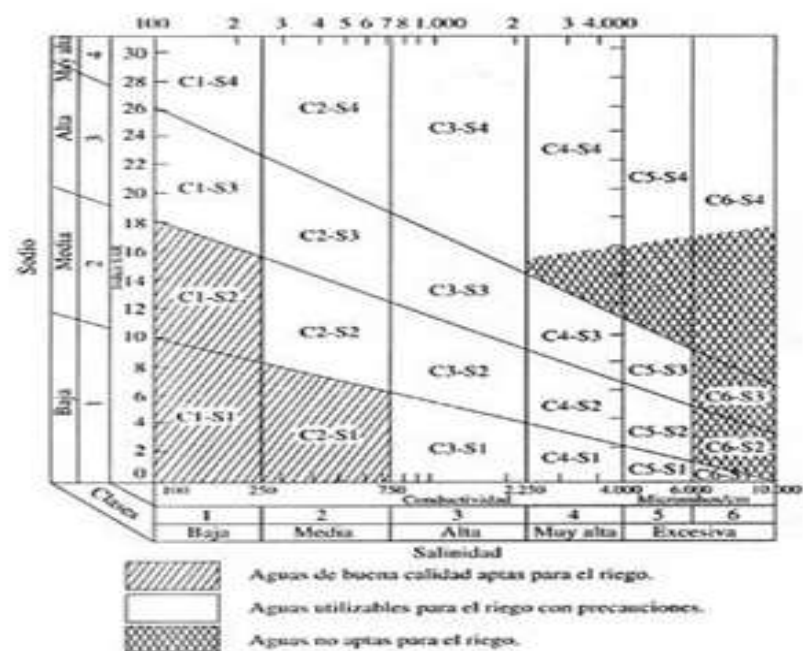
10	3	25	4	2	22	2.42
11	3	15	3	6	15	2.31
12	3	30	6	4	18	2.88
13	3	27	10	3	35	2.88
14	3	25	8	4	30	2.31
15	3	27	6	4	17	2.88
16	3	12	5	4	18	2.88
17	3	15	8	5	30	1.73
18	3	15	4	5	35	2.08
19	3	19	7	2	35	1.85
20	3	24	2	5	40	2.88
21	3	12	5	3	18	1.96
22	3	10	5	5	15	1.73
23	3	26	7	3	35	2.08
24	3	23	5	4	30	2.31
25	3	25	4	2	25	2.08
1	4	16	5	4	19	2.08
2	4	19	6	3	21	2.31
3	4	21	6	4	20	1.73
4	4	19	7	4	25	2.88
5	4	22	8	4	25	3.46
6	4	15	4	3	20	2.31
7	4	16	3	2	25	1.96
8	4	25	8	3	25	1.73
9	4	13	6	2	15	2.08
10	4	14	4	3	18	3.00
11	4	15	6	2	16	2.88
12	4	14	6	3	25	2.31
13	4	19	3	2	17	2.88
14	4	13	3	3	15	3.46
15	4	15	6	3	18	2.08
16	4	17	4	3	20	2.19
17	4	16	5	3	18	1.73
18	4	17	5	1	18	1.61
19	4	18	3	3	20	1.38
20	4	11	4	3	15	2.54
21	4	21	4	2	25	2.88
22	4	25	4	2	30	2.31
23	4	14	3	2	20	3.46
24	4	10	3	1	17	2.88
25	4	14	3	2	15	2.08
1	4	12	4	3	18	1.38
2	4	20	5	4	26	2.88
3	4	18	6	4	25	2.08
4	4	20	6	5	20	2.88
5	4	25	7	5	25	2.31
6	4	10	5	4	30	2.77
7	4	9	5	4	18	2.31
8	4	16	4	4	19	2.88
9	4	15	5	2	15	2.31

10	4	10	6	5	14	2.88
11	4	14	5	3	12	2.54
12	4	17	4	3	22	2.31
13	4	18	5	5	25	4.04
14	4	19	7	5	20	2.54
15	4	23	7	4	30	2.42
16	4	19	7	4	25	1.85
17	4	16	5	4	18	3.00
18	4	13	5	3	12	2.88
19	4	22	6	4	25	2.42
20	4	14	5	4	18	3.46
21	4	22	7	5	25	3.23
22	4	20	7	4	20	3.46
23	4	23	4	4	24	3.23
24	4	16	7	4	20	3.23
25	4	23	3	5	25	1.96
1	4	24	6	2	20	3.00
2	4	30	7	2	25	2.88
3	4	23	10	5	22	2.42
4	4	20	6	3	20	3.46
5	4	28	6	3	35	3.23
6	4	20	6	3	22	3.46
7	4	21	6	3	21	3.23
8	4	12	4	3	16	3.23
9	4	24	7	2	26	1.50
10	4	25	4	2	25	1.38
11	4	15	3	6	21	1.61
12	4	30	6	4	30	1.85
13	4	27	10	3	28	1.96
14	4	25	8	4	30	1.15
15	4	27	6	4	28	1.50
16	4	12	5	4	28	1.73
17	4	15	8	5	17	1.38
18	4	15	4	5	19	0.92
19	4	19	7	2	22	1.38
20	4	24	2	5	16	1.96
21	4	12	5	3	15	1.61
22	4	10	5	5	28	1.61
23	4	26	7	3	27	1.73
24	4	23	5	4	21	2.08
25	4	25	4	2	20	1.85
1	5	8	3	2	13	1.38
2	5	6	4	2	12	1.50
3	5	6	2	2	14	1.73
4	5	12	3	2	16	1.38
5	5	16	3	2	17	1.50
6	5	8	6	3	10	1.38
7	5	10	3	2	13	1.15
8	5	13	6	3	15	1.38
9	5	12	3	10	12	2.31

10	5	4	3	2	8	3.46
11	5	15	5	3	12	2.88
12	5	20	6	5	17	2.31
13	5	13	4	3	14	3.46
14	5	18	7	3	14	4.04
15	5	21	7	3	15	3.46
16	5	25	10	4	18	2.31
17	5	20	6	4	16	3.46
18	5	11	3	2	12	3.46
19	5	15	5	3	13	2.88
20	5	12	4	3	15	2.88
21	5	9	4	3	12	3.23
22	5	15	3	3	13	2.42
23	5	13	4	3	12	2.88
24	5	12	5	3	10	2.31
25	5	12	13	3	12	3.23
1	5	11	7	4	20	3.46
2	5	25	7	4	30	3.46
3	5	19	6	4	25	2.88
4	5	21	8	3	20	2.88
5	5	22	5	4	30	3.23
6	5	21	5	4	35	2.42
7	5	24	6	4	30	2.88
8	5	21	6	4	20	2.31
9	5	28	5	3	30	3.00
10	5	20	8	4	30	3.11
11	5	20	7	3	25	3.23
12	5	20	6	4	25	3.23
13	5	22	6	4	28	2.31
14	5	24	6	2	21	2.88
15	5	23	6	2	25	4.04
16	5	19	5	4	20	3.46
17	5	25	6	2	28	3.23
18	5	23	4	4	22	3.11
19	5	19	8	2	20	2.88
20	5	19	5	2	19	2.65
21	5	20	4	3	25	2.88
22	5	16	4	5	28	2.08
23	5	24	5	6	19	1.96
24	5	19	5	4	18	2.08
25	5	18	8	5	17	1.96
1	5	25	9	4	26	3.23
2	5	25	8	4	27	3.11
3	5	25	6	3	28	2.88
4	5	25	6	3	28	2.65
5	5	18	7	3	20	2.88
6	5	26	7	3	25	2.08
7	5	29	8	4	35	1.96
8	5	25	6	4	30	2.08
9	5	22	8	3	28	1.96

10	5	21	10	4	27	1.38
11	5	21	6	4	25	1.38
12	5	24	7	5	23	2.08
13	5	23	16	9	25	2.88
14	5	16	5	5	18	2.08
15	5	14	6	9	17	1.96
16	5	15	4	3	18	2.08
17	5	18	4	4	17	1.96
18	5	12	5	3	12	1.38
19	5	10	4	3	12	1.38
20	5	15	3	3	18	2.08
21	5	20	3	3	25	2.88
22	5	11	5	3	18	2.08
23	5	13	5	2	17	1.96
24	5	14	6	2	18	2.08
25	5	14	4	4	17	1.96

Anexo 3. Calidad y normas de Uso del agua del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



TIPOS	CAUDAL Y NORMAS DE USO
C ₁	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
C ₂	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C ₃	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C ₄	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C ₅	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C ₆	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S ₁	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S ₂	Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S ₃	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S ₄	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

Microelemento	Límite máximo según la OMS (mg/L)
Fe	0.30
Cu	2.00
Zn	0.03
Mn	0.05