



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE DOS ENMIENDAS ORGÁNICAS EDÁFICAS
EN EL CULTIVO DE ACELGA GUAYAS, ECUADOR**

AUTORA

MENDOZA GABINO JOMAYRA MARILIN

TUTOR

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER, M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE DOS ENMIENDAS ORGÁNICAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE ACELGA GUAYAS, ECUADOR, realizado por la estudiante MENDOZA GABINO JOMAYRA MARILIN; con cédula de identidad N° 0929437507 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER, M.Sc.
Tutor

Milagro, 29 de enero del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE DOS ENMIENDAS ORGÁNICAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE ACELGA GUAYAS, ECUADOR”, realizado por la estudiante MENDOZA GABINO JOMAYRA MARILIN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. PEÑA HARO CÉSAR, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 29 de enero del 2026

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, MENDOZA GABINO JOMAYRA MARILIN, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE DOS ENMIENDAS ORGÁNICAS EDÁFICAS EN EL CULTIVO DE ACELGA GUAYAS, ECUADOR”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 29 enero del 2026

MENDOZA GABINO JOMAYRA MARILIN
C.I. 0929437507

RESUMEN

El presente trabajo experimental fue realizado en el Centro Experimental Misionero, ubicado en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas. Entre los meses de junio del 2021 a noviembre del mismo año. El objetivo general fue evaluar el efecto de dos enmiendas orgánicas edáficas en el cultivo de acelga. Los objetivos específicos son: determinar el humus de lombriz y roca fosfórica se adapte a la nutrición orgánica del cultivo de acelga, identificar cuál de los tratamientos en estudio aumenta kilogramos de acelga por hectárea y realizar un beneficio costo entre tratamientos. El factor de estudio se constituyó por el uso de dos enmiendas orgánicas: humus de lombriz y roca fosfórica de forma edáfica en el cultivo de acelga. Las frecuencias de aplicación fueron a los 15 días del trasplante, luego a los 30 y 45. Los tratamientos son: T1 Humus de lombriz, T2 Roca fosfórica, T3 Humus de lombriz + Roca fosfórica y T4 Testigo. El diseño que se usa en esta investigación fue un diseño de bloques completamente al azar conformado por cuatro tratamientos y cinco repeticiones, obteniendo un ensayo de 20 unidades experimentales. Las variables en estudio son altura de planta, diámetro de hojas, número de hojas, rendimiento del cultivo y análisis beneficio costo. Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey ($P < 0,05$), para determinar el mejor tratamiento. Los resultados mostraron que la combinación de humus de lombriz y roca fosfórica alcanzaron promedios significativos en comparación a los demás tratamientos, el rendimiento obtenido fue 6129,12 kg/ha y \$2,63 en B/C.

Palabras clave: Acelga, enmienda orgánica, humus de lombriz, nutrición, roca fosfórica.

ABSTRACT

The present experimental work was carried out at the Missionary Experimental Center, located in the Milagro Canton, Guayas Province. Between the months of June 2021 to November of the same year. The general objective was to evaluate the effect of two edaphic organic amendments on the chard crop. The specific objectives are: to determine the earthworm humus and phosphate rock adapts to the organic nutrition of the chard crop, to identify which of the treatments under study increases kilograms of chard per hectare and to realize a cost benefit between treatments. The study factor was constituted by the use of two organic amendments: earthworm humus and phosphate rock of edaphic form in the cultivation of chard. The application frequencies were 15 days after the transplant, then at 30 and 45. The treatments are: T1 Worm humus, T2 Phosphoric rock, T3 Earthworm humus + Phosphoric rock and T4 Witness. The design used in this research was a completely randomized block design made up of four treatments and five repetitions, obtaining a trial of 20 experimental units. The variables under study are plant height, leaf diameter, number of leaves, crop yield and cost benefit analysis. Data were statistically evaluated by analysis of variance and Tukey's test ($P < 0.05$) to determine the best treatment. The results showed that the combination of earthworm humus and phosphate rock reached significant averages compared to the other treatments, the yield obtained was 6129.12 kg/ha and \$2.63 in B/C.

Keywords: Swiss chard, organic amendment, earthworm humus, nutrition, phosphate rock.

Índice general

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE APÉNDICES	xii
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes del problema	13
1.2.2 <i>Formulación del problema</i>	14
1.3 Justificación de la investigación	14
1.4 Delimitación de la investigación	14
1.6 Objetivos específicos	15
1.7 Hipótesis o idea a defender	15
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Estado del arte.....	16
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	19
2.2.1 Origen e importancia	19
2.2.2 Taxonomía del cultivo de acelga	20
2.2.3 Descripción de la planta	20
2.2.4 Requerimientos agroecológicos	20
2.2.5 Particularidades del cultivo	21
2.2.6 Principales enfermedades que afectan al cultivo	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Enfoque de la investigación.....	26
3.1.1 <i>Tipo y alcance de la investigación</i>	26
3.2 Metodología	26
3.2.1 <i>Variables</i>	26
3.2.1.2. Variables dependientes	26
3.2.4 <i>Diseño experimental</i>	27
3.2.5 <i>Recolección de datos</i>	27
3.2.6 <i>Análisis estadístico</i>	29
4.1.1 <i>Evaluación de altura de planta (cm)</i>	30
4.1.2 <i>Evaluación del diámetro de hojas (cm)</i>	30

4.1.3 Número de hojas/planta.....	31
4.2.1 Rendimiento (kg/ha)	31
6.1 Conclusiones	34
6.2 Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Tratamientos en estudio	26
Anexo N° 2: Tabla 2. Esquema de análisis de varianza.....	28
Anexo N° 3: Tabla 3. Promedios de altura de planta (cm)	29
Anexo N° 4: Tabla 4. Promedios del diámetro de hojas (cm)	30
Anexo N° 5: Tabla 5. Promedios del número de hojas/planta	30
Anexo N° 6: Tabla 6. Promedios del rendimiento del cultivo kg/ha	31
Anexo N° 7: Tabla 7. Análisis económico entre tratamientos	31
Anexo N° 7: Figura 1. Croquis del estudio	40
Anexo N° 7: Figura 2. Delimitación de parcelas experimental	41
Anexo N° 7: Figura 3. Semillero de acelga	41
Anexo N° 7: Figura 4. Trasplante de acelga	42
Anexo N° 7: Figura 5. Manejo de fertilización del cultivo	42
Anexo N° 7: Figura 6. Riego del cultivo de acelga	43
Anexo N° 7: Figura 7. Toma de datos de altura de planta	43
Anexo N° 7: Figura 8. Toma de datos del diámetro de hoja en campo	44
Anexo N° 7: Figura 9. Conteo de hojas	44
Anexo N° 7: Figura 10. Manejo fitosanitario del cultivo	45
Anexo N° 7: Figura 11. Plantas cosechadas	45
Anexo N° 7: Figura 12. Visita de laboratorio del tutor guía.....	46
Anexo N° 7: Figura 13. Toma de datos del diámetro de hojas en laboratorio	46
Anexo N° 7: Figura 14. Toma de datos del peso de planta	47

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 12. Análisis estadístico altura de planta (35 días).....	48
Apéndices N° 2: Tabla 13. Análisis estadístico altura de planta (65 días).....	49
Apéndices N° 3: Tabla 14. Análisis estadístico diámetro de hoja (35 días).....	50
Apéndices N° 4: Tabla 15. Análisis estadístico número de hojas.....	51
Apéndices N° 5: Tabla 16. Análisis estadístico rendimiento del cultivo	53

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El sembrío de acelga es un producto de consumo en la dieta del humano, en el presente este alimento posee excelentes propiedades nutricionales. La acelga es un cultivo que produce todo el año y su demanda va en incremento, de tal manera posee elementos como el magnesio, el hierro y potasio. Es necesario no utilizar insumos agrícolas que causan daños al medio y de esta manera se asegura una significativa producción de acelga (Otieno et al., 2024)

Las labores agroecológicas, donde se utiliza fertilizantes orgánicos con el fin de nutrir con minerales al suelo así ayudando en la fertilidad y también el crecimiento de la planta asegurando producciones rentables. La aplicación de fertilizantes orgánicos hace una gran diferencia, ya que así cuida el agroecosistema previniendo de contaminaciones. La agricultura alternativa ha desarrollado un continuo incremento como otra opción a la referencia de producción de la Revolución Verde (Badagliacca et al., 2024)

Los insumos orgánicos aportan una cantidad de características, en la cual tiene la gran capacidad de mejoramiento al suelo en sus propiedades químicas y físicas, reemplazar la ausencia de materia orgánica y la activación microbiana. Los insumos orgánicos son, abonos verdes, compost, la ceniza, humus de lombriz, entre otros. Considerando que los fertilizantes orgánicos benefician el mejoramiento del suelo y son aptos para mejorar las propiedades químicas (Tang et al., 2022)

En la actualidad, los mayores consumidores de alimentos agrícolas demandan alimentos orgánicos, de tal manera se han fijado normas de Estándares de calidad, ya que esto no es fácil para el país, siendo que la producción es casi en su totalidad a base de insumos agrícolas ya restringidos en Asia, Europa y Norte América. Hoy en día el uso inmensurable de herbicidas en los cultivos es alarmante, ya que está evidenciado el resultado perjudicial de los químicos sobre el humano, los animales silvestres, el agua, el aire y la naturaleza (Selvan et al., 2023)

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El principal problema es el desconocimiento de los diversos métodos de fertilización y uso de los mismos en la zona de Milagro esto conlleva a una limitación en el potencial de producción, teniendo como consecuencia plantas enanas y provocando un bajo rendimiento al momento de la cosecha.

La mayoría de los productores de acelga, obtienen sus cosechas solo con fertilizantes sintéticos, y por falta de conocimiento no incorporan al suelo enmiendas orgánicas, que concentran microorganismos benéficos para el suelo, por tal razón la motivación de esta investigación, con el objetivo de algún momento bajar el uso de los químicos e incrementar la utilización de los orgánicos.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de dos enmiendas orgánicas edáficas en el cultivo de acelga Guayas, Ecuador?

1.3 Justificación de la investigación

Los agricultores pertenecientes al Cantón Milagro, presentan problemas de baja producción debido al mal uso de fertilizantes y eso les repercute al momento de la cosecha en gastar demasiado y no obtener un producto de buena calidad.

El presente trabajo de investigación se basa en la necesidad de investigar nuevas alternativas de fertilización orgánica donde nos permita aprovechar al máximo nuestro cultivo mejorando su rendimiento y calidad del producto.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el Centro Experimental Misionero, ubicado en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de junio del 2025 hasta noviembre del 2025.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de acelga de la zona de estudio.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de dos enmiendas orgánicas edáficas en el cultivo de acelga Guayas, Ecuador.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el humus de lombriz y roca fosfórica se adapte a la nutrición orgánica del cultivo de acelga.
- Identificar cuál de los tratamientos en estudio aumenta kilogramos de acelga por hectárea.
- Realizar un beneficio costo entre tratamientos.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Al menos uno de los tratamientos en estudio, mejorará el manejo agronómico y rendimiento del cultivo de acelga en la zona agrícola de Milagro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En un experimento con acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) en suelo Oxisol, se evaluaron distintas fuentes y dosis de fósforo (0, 25 y 50 mg P kg⁻¹) aplicadas mediante vermicompost de estiércol de vaca (VC) y de cerdo (VP), ambos enriquecidos con RF e inoculados con BSP. Los resultados indicaron que la dosis de 50 mg P kg⁻¹ aplicada con vermicompost de cerdo (VP) produjo el mejor crecimiento, con 39,78 g de peso fresco, 240,41 cm² de área foliar y 326,91 mg kg⁻¹ de fósforo en tejidos a las ocho semanas. En cambio, el VC mostró un exceso de zinc (8,50 mg kg⁻¹). Se concluye que el uso de vermicompost de cerdo combinado con microorganismos solubilizadores de fósforo es una opción sostenible y eficiente para aumentar el rendimiento y la calidad de hortalizas, favoreciendo la fertilidad del suelo y la seguridad alimentaria (Ajibade et al., 2022).

En la comunidad de Los Dichosos, cantón El Carmen, provincia de Manabí, se evaluó el efecto de diferentes biofertilizantes orgánicos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) mediante un diseño completamente al azar con dos repeticiones. Se aplicaron los productos Health Rootstar, Black Earth y Agrohumus en dosis de 0,5 L y 1,5 L, además de un testigo sin fertilización. Los resultados mostraron que Health Rootstar y Black Earth promovieron un mayor crecimiento en altura (41,94 cm y 41,87 cm), con diferencias significativas ($p < 0,05$) frente al testigo, mientras que el número de hojas no presentó variaciones relevantes. Se concluye que la fertilización orgánica influye principalmente en el crecimiento vegetativo vertical y que la selección adecuada del biofertilizante es clave para optimizar el desarrollo de la acelga en sistemas agrícolas sostenibles (Vera, 2024).

Las hortalizas de hoja verde son esenciales para la salud y la nutrición humana debido a su alto contenido de vitaminas y minerales. En este contexto, la acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) representa una alternativa de gran valor alimenticio. En el Campo Experimental de Kallutaca (provincia de Los Andes), se evaluó la producción de variedades de acelga bajo distintas dosis de humus de lombriz en ambiente protegido. Se utilizaron las variedades Fordhook Giant y Penca Blanca con tres tratamientos: 0 kg/m², 0,44 kg/m² y 0,88 kg/m². Las variables analizadas fueron altura de planta, número y longitud de hojas, peso promedio y

rendimiento total. Los resultados indicaron que la dosis de 0,88 kg/m² presentó los mayores valores en crecimiento y producción, especialmente en la variedad Penca Blanca, que alcanzó 52,3 t/ha, mientras que el rendimiento total más alto (57,3 t/ha) correspondió al tratamiento con mayor dosis. El análisis beneficio/costo mostró que T3 (0,88 kg/m²) fue el más rentable, con una ganancia de 0,77 Bs por boliviano invertido. Se concluye que el humus de lombriz en dosis adecuadas mejora la productividad de la acelga y contribuye a la sostenibilidad económica y ambiental del cultivo (Chura, 2024).

El estudio evaluó el efecto del humus de lombriz en el crecimiento de acelga (*Beta vulgaris* L.) y nabo (*Brassica rapa* L.) como parte de prácticas agrícolas sostenibles. Se aplicaron dos tratamientos: T1 (con humus de lombriz) y T2 (sin aplicación), midiendo variables como altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo. Los resultados demostraron que el T1 generó un mayor crecimiento y desarrollo radicular, atribuible a la mejor disponibilidad de nutrientes, retención de humedad y actividad microbiana del suelo. Se concluye que la biofertilización con humus de lombriz mejora la productividad y sostenibilidad agrícola, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y contribuyendo a la conservación ambiental (Gordillo et al., 2025).

Se evaluó un lixiviado a base de heces equinas en cultivos de fresa (*Fragaria* × *ananassa*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) y lechuga de bola (*Lactuca sativa*) bajo un sistema orgánico. El experimento se realizó con un diseño en bloques al azar, incluyendo dos tratamientos (testigo y lixiviado) con tres bloques y cincuenta repeticiones por tratamiento, permitiendo un análisis estadístico confiable de las variables de crecimiento y producción. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. En fresa, el lixiviado aumentó el número de hojas, flores y frutos en 46.29 %, 32.75 % y 40.62 %, respectivamente. En acelga, se registraron incrementos del 45.00 % en altura y 79.20 % en número de hojas, mientras que en lechuga de bola la altura y el peso fresco mejoraron en 64.47 % y 40.59 %, respectivamente. Estos resultados confirman el potencial del lixiviado de heces equinas como una alternativa orgánica eficaz para incrementar el rendimiento de hortalizas y fomentar prácticas agrícolas sostenibles (Alemán et al., 2022).

Se realizó un estudio en el sector Palo Blanco, parroquia Ramón Campaña del cantón Pangua, con el objetivo de evaluar el desarrollo vegetativo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) mediante diferentes combinaciones de fertilización orgánica edáfica y foliar. Se evaluaron variables como altura de planta, longitud y ancho de hoja en tres etapas (15, 30 y 45 días), número de hojas, peso promedio y rendimiento por hectárea. Los resultados indicaron que el tratamiento T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas a 5 cc/L) obtuvo el mejor desempeño agronómico, con alturas de 15.58, 21.27 y 27.19 cm; longitudes foliares de 12.17, 18.89 y 26.74 cm; y anchos de hoja de 6.97, 10.87 y 12.18 cm. Además, alcanzó un peso promedio de 826.14 g por planta y un rendimiento de 18.47 t/ha. En el análisis económico, T6 logró un ingreso neto de USD 50.35 y una relación beneficio/costo de 2.12, demostrando que la combinación de roca fosfórica y extracto de algas constituye una alternativa eficiente y sostenible para mejorar la productividad de la acelga (Sigcha , 2022).

Para evaluar la respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) a la aplicación de diferentes bioestimulantes. El experimento buscó determinar el efecto de tres bioestimulantes en dos variedades (Abejo y Fordhook Giant), identificar la combinación más eficiente, analizar su influencia en el desarrollo vegetativo y establecer la rentabilidad económica de los tratamientos. Se evaluaron variables como largo y ancho de hoja, número de hojas, peso por planta, peso neto por parcela y rendimiento por hectárea. Los resultados demostraron que el tratamiento T7 (Aminoácidos + Fordhook Giant) alcanzó el mejor comportamiento agronómico, con un largo de hoja de 43,58 cm, peso promedio por planta de 403,63 g y peso neto por parcela de 9.687 g. El tratamiento T6 (Aminoácidos + Abejo) registró los mayores valores de ancho de hoja (15,09 cm) y número de hojas (7,33). El rendimiento más alto correspondió a T7 con 15.376,19 kg/ha y una relación beneficio/costo de 6,26 USD. En conjunto, los resultados confirman que los bioestimulantes a base de aminoácidos, especialmente en la variedad Fordhook Giant, constituyen una opción efectiva y sostenible para incrementar el crecimiento y productividad de la acelga en las condiciones agroclimáticas de Cotopaxi (Jácome y Vera, 2023).

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen e importancia

La acelga tiene su origen y está localizada en Norte de África y Europa, así mismo el sector oriental del mediterráneo su referente en diversificarlo. A través de Europa se distribuyó en distintos países a nivel mundial y en el presente actúa con una extendida propagación, esencialmente en Asia y América (Puccinelli et al., 2023)

En la época clásica el cultivo de acelga estaba radicado. No se ha encontrado restos arqueológicos de la época preclásicos, aunque parece que partió en el oriente medio y el Mediterráneo, Visto que es el sector de distribución de sus variedades silvestres (Abdelhameed et al., 2024)

Se anuncian en otras investigaciones sobre que los indicios de la acelga lo sitúan en el sector de las Islas Canarias y Mediterráneo, en los años IV a. C. Aristóteles ya mencionaba sobre la planta de la acelga. En el año 1806 fue introducida a los Estados Unidos, también es una de las hortalizas que más prefiere el suizo, la parte que se consume de la planta son las hojas y es más requerida que la betabel (Tehseen et al., 2024)

En el Ecuador el cultivo de acelga tiene mayor importancia, ya que sus propiedades nutricionales como fuente de hierro, en nuestro medio ayuda a contrarrestar la anemia, también está a disposición a todas las personas, por su buen precio razonable, y por último se lo puede comprar en todos los meses del año (Hidalgo et al., 2018)

La industria lo comercializa en penca muy parecido como la espinaca y planta entera. La producción de acelga adquiere una determinada relevancia en diferentes sectores de la costa mediterráneo y del interior. Hay un leve aumento de cultivos de acelga en los últimos años (Mzoughi et al., 2019)

Las hojas verdes de hortalizas es un importante ingrediente en una dieta balanceada, por lo tanto, son ricas en nutrimentos minerales y vitaminas, por ende, en el comercio exterior fomenta el consumo para una nutrición saludable. Ayuda a prevenir molestias cardio vasculares y algunas clases de cáncer, ya que debe ser consumido de manera regular y en suficientes cantidades (Li et al., 2021)

2.2.2 Taxonomía del cultivo de acelga

Según (Lange et al., 1999) la clasificación taxonómica del cultivo de acelga es de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Sub reino: Phanerogamae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub clase: Archychlamydeae

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiaceae

Género: Beta

Especie: Beta vulgaris L.

Sub especie: Beta vulgaris L. ssp.vulgaris

Cultivar: Beta vulgaris L.ssp. vulgaris cv. vulgaris

2.2.3 Descripción de la planta

Esta planta posee raíz profunda y fibrosa que le sirve para absorber los nutrientes del suelo hacia la planta, las hojas son la parte comestible de forma acorazonadas con nervios marcados que aparecen desde la zona del tallo con tonalidad verde de acuerdo a la variedad (Liang et al., 2022)

Las hojas son grandes que poseen un peciolo o también llamado penca larga y ancha que alarga al limbo y el color varía de acuerdo a la variedad utilizada, lo cual puede ser entre verde claro hasta verde oscuro, y el peciolo de las hojas son de color blanco o crema (Ruiz et al., 2024)

La floración de la planta debe ser considerada con temperaturas bajas, posee un vástago floral que alcanza un promedio de 1,20 metros de altura. La panícula es hermafrodita y posee cinco sépalos y cinco pétalos de tonalidad verde, además, puede medir entre tres y cinco mm de diámetro (Flores et al., 2008)

2.2.4 Requerimientos agroecológicos

Si la temperatura es menor a 5°C la planta puede sufrir daños y detiene su desarrollo, mientras para su desarrollo la temperatura puede oscilar entre 6°C y 27°C. La temperatura óptima de la planta varía entre 15°C y 25°C. Para su

germinación requiere temperaturas óptimas entre 18°C y 22°C (Barickman y Kopsell, 2016)

La acelga se adapta a todo tipo de suelo incluyendo suelos salinos, sin embargo, suelos ácidos no favorecen tanto al cultivo prefiriendo suelos alcalinos. El pH debe oscilar entre 5,5 a 8 promedio, la textura del suelo no presenta restricciones (Redondo et al., 2022)

La luminosidad no debe ser en exceso, debido que perjudica la planta si es elevada y más aún si la temperatura es alta. Mientras, la humedad relativa del cultivo debe oscilar entre 60% y 90% en invernadero. En diferentes zonas el cultivo se desarrolla bien cuando es en suelos altos (Ria et al., 2023)

2.2.5 Particularidades del cultivo

Se efectúa un trabajo profundo al terrenal y se incorpora estiércol, se hará otras labores agricultor, fresadora o grasa, utilizando alguna de aquellas labores para incorporar el fertilizante de interior. De acuerdo a La técnica de cosecha de la acelga, el terreno será preparado distinto. De este modo cuando la cosecha se realiza por el corte de hoja, se podría cultivar en era o caballón (Rivelli y Libutti, 2022)

El cultivo de acelga es considerado rústico, ya que puede cultivarse durante todo el año las densidades entre las plantas oscilan de 0.10 m a 0.30 m, los elementos nutricionales que necesita son fósforo, calcio, nitrógeno, utilizando la semilla se procede a la siembra con una profundidad de 1 cm y se usa de 8 a 10 KG por hectárea (Hailay y Haymanot, 2019)

En el caso de la siembra se efectúa directo en el terreno del cultivo, así cuando las plantas se evidencian de tres a cuatro hojas verdaderas, se deja una sola planta. Tanto, si se lleva a cabo la siembra directa, se elimina plantas cuando llegan a un tamaño de 12 y 20 cm, quedando un distanciamiento entre planta y planta es de 20 a 25 cm. De tal manera si se quitan las plantas con precaución pueden ser trasladadas en otro terreno (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2019).

Por lo regular el agricultor realiza su primer manejo de malezas cuando el terreno es arado por segunda ocasión, ya que el cultivo se presenta en sus estudios primarios, posteriormente ya la planta se encuentra en un estadio de madurez el

manejo de maleza se trabaja retirando las malezas de forma manual, o aplicando un herbicida. La materia orgánica repara al terreno. Ya que el abono orgánico aplicado de manera de fertilizantes no reporta una aportación de nutrientes para las plantas, en cuanto los nutrientes que poseen no aparecen en estos minerales y para transformarse en nutrientes indicados son mineralizados y liberados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018)

En el crecimiento de la planta es cuando requiere mucha humedad en el terreno no debe hacer ausencia de agua, el riego es importante y no se puede descuidar más aún cuando hay recolecta de hojas continuamente. El riego debe ser controlado, sin acumular de agua en el suelo, ya que el encharcamiento ocasiona muerte en el cultivo. La recolección es mutilar solamente las hojas adultas de gran tamaño. La cosecha se procede al utilizar un cuchillo o tijeras de preferencia afilados. El cuidado al momento de realizar el corte es para no afectar las hojas inferiores (Abiya et al., 2022)

2.2.6 Principales enfermedades que afectan al cultivo

2.2.6.1 Mildiu (*Peronospora farinosa*)

Reino: Protista

(sin rango) Chromista

Filo: Pseudofung

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Peronospora*

Especie: *P. farinosa*

Los síntomas de esta enfermedad aparecen como manchas en los contornos de color verde pálido y que se tornan amarillento. Además, en el envés de las hojas, las manchas se rodean de un color gris violáceo y se favorece con humedad relativa alta (Kubota y Kajitani, 2021)

2.2.6.2 *Cercospora* (*Cercospora beticola*)

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetes

Género: Cercospora

Especie: Cercospora beticola

Los síntomas de esta enfermedad aparecen con manchas circulares que en su borde son rojizo pardo y en el centro pardo grisáceo que puede desprender la hoja. Estas manchas se expanden por toda la hoja y sobre las lesiones ocasionada aparecen los conidios con forma de puntos (Rangel et al., 2020)

2.2.6.3 Pudrición (Sclerotinia sp)

Esta enfermedad es importante para la planta, el manejo de esta se complica cuando por largo tiempo vive en el suelo los esclerocios y existe falta de variedades resistentes a esta enfermedad. El ciclo de vida de este hongo se suspende cuando las condiciones no lo favorecen. Además, puede inicial cuando los esclerocios en el suelo se encuentran presentes empieza atacar a la planta, produciendo micelio que se introduce en las raíces y se debilita con el tiempo hasta provocar marchitamiento y muerte de la planta (Sullivan et al., 2021)

2.2.6.4 Cucumber mosaic virus (CMV)

El virus del mosaico puede alojarse en un sinnúmero de hospederos y transmitirse de forma no persistente, para evitar que se disemine esta enfermedad, lo más recomendable es eliminar las plantas enfermas y quemándolas o enterándolas. Esta enfermedad se manifiesta de muchas formas y esto depende del manejo del cultivo o el instante que la planta adquirió el virus, variedad del cultivo o las condiciones ambientales que lo favorecen (Joshi et al., 2023)

2.2.6.5 Virus de la amarillez moderada de la remolacha (BMV)

Esta enfermedad se manifiesta con la presencia de clorosis sobre los nervios secundarios de las hojas jóvenes, además, cuando avanza la enfermedad se tornan amarillentas entre el limbo y las nervaduras de las hojas. Este órgano de la planta se engrosa y se vuelven frágiles (Hossain et al., 2020)

2.2.7 Manejo de fertilización

El manejo de fertilización orgánico es una manera de brindarle al suelo los minerales que requiere de manera amigable y saludable con el medio ambiente. Además, la manera de brindar al suelo los nutrientes para que la planta los absorba mejorará su estructura (Chirere et al., 2021)

El uso de abonos verdes es considerado una alternativa en la práctica de los pequeños y medianos productores para cualquier tipo de clima, siendo una manera saludable de obtener alimentos y económica para el mismo. Brinda al suelo materia orgánica y aporta los nutrientes que requiere la planta (Naz et al., 2023)

2.2.7.1 Fertilización edáfica

Los fertilizantes orgánicos edáficos sirven para restaurar el suelo y brindar nutrientes necesarios a la planta, además, incrementa la productividad del cultivo y mejora las propiedades del suelo como porosidad, retención de agua, aumento de materia orgánica y regular el Ph. Esta fertilización proporciona los nutrientes necesarios y reducen costos al agricultor por químicos. Además, el fertilizante debe cumplir con factores como bajo costo, brindar nutrientes y aumentar la productividad de los cultivos (Singh et al., 2020)

2.2.8. Enmiendas orgánicas

Para la obtención de dicha materia orgánica debe cumplirse un proceso de descomposición del abono a preparar, el cual puede ser de manera natural, o factores como sol, aire, agua y microorganismos. Existen diversos métodos para la obtención de los abonos. Entre los beneficios que brindan está promover la actividad biológica, balance hídrico, absorción de nutrientes y contenido de materia orgánica. Por lo tanto, existe menos erosión de suelos, y pueden absorber mayor cantidad de nutrientes para alcanzar el desarrollo de la planta (Aytenew y Bore, 2020)

2.2.8.1 Humus de lombriz

Es una tierra uniforme, de tono oscuro. El amoníaco, dióxido de carbono y las sales minerales son el resultado de la descomposición de productos. Los desechos vegetales son incorporados al suelo y utilizadas como fuente nutritiva por las plantas. La lombriz californiana a través de su aparato digestivo se obtiene materia orgánica, y posee particularidades como; blando, inodoro, liviano, tono oscuro y de buen olor comparado con otros abonos. Aporta sustancias orgánicas y nutrientes, asimismo es fuente de enzimas que cuidan la tierra y lo vuelve con bastante fertilidad (Rehman et al., 2023)

2.2.8.2 Harina de roca fosfórica

Es una opción como iniciativa de los sembríos. Se trata de las rocas de reactividad regular a elevada y principalmente cuando es aplicada en terrenos ácidos tropicales enormemente edafizados. En dichas tierras, las rocas tienen un funcionamiento como un producto de inicio generando un resultado fuerte en el desarrollo inicial del cultivo y la producción. También brinda calcio y menora los causantes de toxicidad que genera el aluminio (Nakagawa y Sarr, 2025)

Es un reparo ya que el elemento principal es el fosforo que trabaja como fertilizante. También, contiene silicio, calcio que ayuda en la corrección de suelos ácidos. En el proceso de transformación de energía el fosforo intervine con fosfolípidos y ácidos nucleicos. La absorción del elemento es pausada lo cual la planta puede adquirirlos en dosis adecuadas con sus requerimientos (Teles et al., 2020)

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakkawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Ministerio de Ambiente y Energía, 2019)

El Art. 22 “Del Control de la Contaminación de los Suelos, el MAGAP puede limitar, regular, o prohibir el empleo de sustancias, contaminantes en las explotaciones agropecuarias que den un mal uso a los productos utilizados en las diferentes actividades ya que pueden causar contaminación para el medio ambiente (Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, 2008)

EL Art. 23 “De la Ley de Aguas, prohíbe toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

Esta es una investigación experimental, que evaluó el efecto de dos enmiendas orgánicas de forma edáfica en el cultivo de acelga.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño utilizado en el presente ensayo fue experimental. Donde se valoraron cuatro tratamientos mediante cinco repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales o parcelas de acelga.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Humus de lombriz
- Roca fosfórica

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Altura de planta (cm)

Los datos de esta variable fueron tomados a los 35 y 65 días con ayuda de una cinta graduada en centímetros, mediante el promedio de 15 plantas al azar de cada unidad experimental, los datos se valoraron desde la base hasta el punto más alto de la hoja de la planta.

3.2.1.2.2. Diámetro de hoja (cm)

El diámetro de las hojas fue tomado a los 35 y 65 días luego del trasplante, valorando el promedio de 15 plantas al azar de cada unidad experimental, con ayuda de una cinta graduada en cm.

3.2.1.2.3. Numero de hojas por planta

Se contabilizó las hojas presentes de 15 plantas al azar para promediar por parcela. Esta variable fue tomada a los 65 días luego del trasplante

3.2.1.2.4. Rendimiento (Kg/Ha)

De acuerdo al peso de las plantas de cada tratamiento, se calcularon los datos y fueron transformados en Kg/ha.

3.2.1.2.5. Análisis económico

Se realizó el respectivo análisis económico en relación a beneficio/costo, respectivo a los beneficios de cada tratamiento sobre las variables evaluadas.

3.2.3 Tratamientos

El factor de estudio se constituyó por el uso de dos enmiendas orgánicas: humus de lombriz y roca fosfórica de forma edáfica en el cultivo de acelga. Las frecuencias de aplicación fueron a los 15 días del trasplante, luego a los 30 y 45. Los tratamientos estudiados se detallan en la tabla 1:

Tabla 1.

Descripción de los tratamientos experimentales

Nº	Tratamiento	Dosis	Aplicaciones (Días)
1	Humus de lombriz	1155Kg	15-30-45
2	Roca fosfórica	1.5 Kg	15-30-45
3	Humus de lombriz + roca fosfórica	1155 Kg +1.5 Kg	15-30-45
4	Testigo		0

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.4 Diseño experimental

El diseño que se usa en esta investigación fue un diseño de bloques completamente al azar comprendidos por los tratamientos mencionados en la tabla 1; valorados a través de cinco repeticiones, obteniendo un ensayo de 20 unidades experimentales o parcelas de acelga

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.

- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de acelga, humus de lombriz, roca fosfórica.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Parte de los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5.2.2. Técnicas

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Selección de plantas:** Se delimitaron las parcelas de acelga de acuerdo al número de tratamientos establecidos, obteniendo 20 unidades experimentales por el ensayo total.
- **Nutrición:** La nutrición del cultivo fue realizada mediante la aplicación de los tratamientos en estudio y las dosis establecidas en la Tabla 1, con el uso de humus de lombriz y roca fosfórica.
- **Riego:** Se realizó el riego respectivo de acuerdo a las necesidades del cultivo.

- **Cosecha:** Se recolectaron las hojas cuando presentaron el tamaño ideal para su consumo, tanto como el color, firmeza y diámetro de hojas.

3.2.6 Análisis estadístico

Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey ($P < 0,05$), para determinar el mejor tratamiento. Se valoraron cuatro tratamientos, mediante cinco repeticiones, obteniendo un ensayo de 20 unidades experimentales.

Tabla 1. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Repetición	4
Error experimental	12
Total	19

Elaborado por: La Autora, 2025

3. RESULTADOS

4.1 Determinación si el humus de lombriz y roca fosfórica se adaptaron a la nutrición orgánica del cultivo de acelga.

4.1.1 Evaluación de altura de planta (cm)

El análisis estadístico de altura de planta de acelga (cm) muestra diferencias estadísticas entre la combinación de abonos con los otros tratamientos. A los 35 días evaluados el promedio más alto fue dado por el tratamiento 3 comprendido por humus de lombriz más roca fosfórica con 20,20 cm, mientras el promedio más bajo fue dado por el testigo con 17 cm promedio. A los 65 días evaluados el tratamiento 3 mostró un incremento de promedio con 41,80 cm y el testigo generó un promedio inferior 35 cm de altura. El coeficiente de variación a los 35 días fue 4,45% y a los 65 días 4,31%.

Tabla 3.

Promedios de altura de planta (cm)

Tratamientos	35 días	65 días
T1: Humus de lombriz	18,40 b	36,20 b
T2: Roca fosfórica	18,20 b	37,40 b
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	20,20 a	41,80 a
T4: Testigo	17,00 b	35,00 b
CV	4,45	4,31

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.2 Evaluación del diámetro de hojas (cm)

El análisis estadístico del diámetro de hojas de acelga (cm) manifestó diferencias estadísticas entre la combinación de enmiendas orgánicas con los demás tratamientos. En la primera evaluación el promedio más alto fue dado por el tratamiento 3 comprendido por humus de lombriz más roca fosfórica con 20,60 cm, mientras el promedio más bajo fue dado por el testigo con 16,40 cm promedio. Mientras, a la segunda evaluación la combinación de enmiendas mostró un promedio 29,00 cm y el testigo alcanzó 25,00 cm. El coeficiente de variación a los 35 días fue 7,56% y a los 65 días 4,08%.

Tabla 4.**Promedios del diámetro de hojas (cm)**

Tratamientos	35 días	65 días
T1: Humus de lombriz	18,80 ab	25,60 b
T2: Roca fosfórica	17,60 b	26,00 b
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	20,60 a	29,00 a
T4: Testigo	16,40 b	25,00 b
CV	7,56	4,08

Elaborado por: La Autora, 2025**4.1.3 Número de hojas/planta**

El análisis de varianza al número de hojas/planta de acelga mostró letras diferentes, es decir, que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio. Se muestra que el tratamiento 3 comprendido por la combinación de enmiendas orgánicas (Humus de lombriz + roca fosfórica) generó mayor número de hojas (20 hojas), mientras, los demás tratamientos oscilaron entre 15 hojas y 17 hojas promedio. El Cv obtenido fue 5,22%.

Tabla 5.**Promedios del número de hojas/planta**

Tratamientos	Promedios
T1: Humus de lombriz	15,00 c
T2: Roca fosfórica	17,00 b
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	20,00 a
T4: Testigo	15,00 bc
CV	5,22

Elaborado por: La Autora, 2025**4.2 Identificación de los tratamientos en estudio que aumentaron kilogramos de acelga por hectárea.****4.2.1 Rendimiento (kg/ha)**

El análisis de varianza del rendimiento de acelga mostró que no existe diferencias significativas entre el uso de enmiendas a diferencia del testigo que sí mostró significancia. El promedio más alto fue dado por el tratamiento 3 (6129,12

kg/ha), mientras el testigo generó un valor productivo más bajo (4071,60 kg/ha). El Cv obtenido fue 3,97%.

Tabla 6.

Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos	Promedios
T1: Humus de lombriz	5901,20 a
T2: Roca fosfórica	5741,04 a
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	6129,12 a
T4: Testigo	4071,60 b
CV	3,97

Elaborado por: La Autora, 2025

4.3 Realizar el análisis del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

En la Tabla 7 se muestra el análisis económico de los tratamientos en estudio compuesto por el rendimiento del cultivo de acelga, costos de producción y de experimento, ingreso y beneficio neto y costo. Se muestra que existe rentabilidad entre los tratamientos en estudio, sin embargo, el valor más alto fue dado por el tratamiento 3 comprendido por la combinación de enmiendas orgánicas (Humus de lombriz más roca fosfórica) con \$2,63; es decir, que por cada dólar que el agricultor invierte y recupera recibe \$1,63; de la misma manera los demás tratamientos alcanzaron un valor B/C \$2,55 y \$2,57. Mientras, el tratamiento con valor más bajo fue el testigo que generó un B/C \$1,57.

Tabla 2.

Análisis económico entre tratamientos

Componentes	T1: Humus de lombriz	T2: Roca fosfórica	T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	T4: Testigo
Rendimiento Kg/ha	5901,20	5741,04	6129,12	4071,60
Costo fijo (\$)	4590	4590	4590	4590
Costo Variable (\$)	200	100	300	0
Costo Total	4790	4690	4890	4590
Ingreso Bruto (\$)	17113,48	16649,02	17774,45	11807,64
Beneficio Neto (\$)	12323,48	11959,02	12884,45	7217,64
Relación BENEFICIO/COSTO	2,57	2,55	2,63	1,57

Elaborado por: La Autora, 2025

4. DISCUSIÓN

Se determinó que el humus de lombriz y roca fosfórica aplicados al cultivo de acelga se adaptaron de manera positiva a la nutrición de manera combinada, es decir, el ensayo realizado mostró que el tratamiento 3 comprendido por la combinación de enmiendas generó mayor altura de planta con 20,20 cm a los 35 días evaluados e incrementó el tamaño a los 65 días con 41,80 cm. De la misma manera, dicha nutrición influyó en el desarrollo de hojas con 20 hojas promedio y que medían 20,60 cm a los 35 días y 29 cm a los 35 días evaluados. De esta manera, Ajibade et al., (2022) comparte que el uso de abonos orgánicos como el humus de lombriz genera una respuesta agronómica positiva del cultivo, concuerda, Vera (2024), que afirma que el uso de abonos orgánicos genera mayor promedio sobre las variables agronómicas altura, hojas y rendimiento.

Se identificó que el tratamiento con mayor producción de acelga fue dado por la combinación de humus de lombriz y roca fosfórica correspondiendo al tratamiento 3, que generó el rendimiento más alto con 6129,12 kg/ha, seguido por el tratamiento 1 comprendido por humus de lombriz 5901,20 kg/ha y el tratamiento 2 Roca fosfórica 5741,04 kg/ha. A diferencia del testigo que su producción fue inferior. Chura (2024), manifiestan que el uso de abonos orgánicos combinados genera mayor productividad del cultivo de acelga, esto genera recomendar el uso combinado de enmiendas orgánicas para mayor producción.

Realizado el análisis económico de los tratamientos se consideró que existe rentabilidad entre los tratamientos bajo el uso de enmiendas orgánicas, considerándose que, el tratamiento 3 comprendido por Humus de lombriz más roca fosfórica) generó el valor más alto \$2,63; de la misma manera los demás tratamientos alcanzaron un valor B/C \$2,55 y \$2,57. Mientras, el tratamiento con valor más bajo fue el testigo que generó un B/C \$1,57. Esto concuerda con Gordillo (2025), quien afirma que el empleo de abono orgánico genera mayor rentabilidad económica en su proyecto realizado.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La combinación de humus de lombriz y roca fosfórica se adaptaron al estudio de acuerdo a la nutrición orgánica, obteniendo altos promedios en los parámetros de crecimiento de acelga.

El tratamiento 3 comprendido por la combinación de enmiendas orgánicas alcanzó mayor productividad del cultivo de acelga con 6129,12 kg/ha del rendimiento.

Los tratamientos a base de enmiendas orgánicas presentaron rentabilidad para el agricultor con valores que oscilan entre \$2,55 y \$2,63, a diferencia del testigo que generó un valor inferior \$1,57.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Utilizar enmiendas orgánicas como fertilización de cultivos hortalizas, debido que promueven el crecimiento de la planta y no generan daños al medio ambiente.

Realizar combinaciones de enmiendas orgánicas para obtener mejores beneficios en la productividad de los cultivos y beneficiar a la economía de los agricultores.

Incentivar a los pequeños y medianos agricultores sobre el uso de abonos orgánicos y su importancia en la producción de hortalizas, que no solamente interviene en su desarrollo sino abarata costos innecesarios de agroquímicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhameed, A., Amer, W., Shaye, N., Hassan, M., y Hassan, W. (2024). Evaluación de la diversidad de poblaciones de *Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (remolacha marina) en Egipto. *Pubmed*. <https://doi.org/10.3390/plants13223152>
- Abiya, A., Kupesa, D., Beesigamukama, D., Kassie, M., Mureithi, D., Wesonga, J., . . . Niassy, S. (2022). Rendimiento agronómico de la col rizada (*Brassica oleracea*) y la acelga (*Beta vulgaris*) cultivadas en suelo enmendado con fertilizante de excremento de mosca soldado negra bajo el sistema de jardinería multicapa Wonder. *Agronomy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12092211>
- Ajibade, S., Mupambwa, H., Manyevere, A., y Mnkeni, P. (2022). Vermicompost enmendado con fosfato de roca como tecnología climáticamente inteligente para la producción de acelga suiza orgánica (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*). *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.757792>
- Alemán, I., Zulueta, R., Ledea, J., Hernández, L., y Lara, L. (2022). Evaluación de lixiviado en la producción de fresas, acelgas y lechuga bola bajo un sistema orgánico. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-002>
- Aytenew, M., y Bore, G. (2020). Análisis del potencial fertilizante y de biorremediación de la enmienda de compost de hojarasca en diferentes suelos mediante el método de indexación. *Journal of Plant Sciences*. <https://doi.org/https://doi.org/10.11648/j.jps.20200805.12>
- Badagliacca, G., Testa, G., La Malfa, S., Cafaro, V., Lo Presti, E., y Monti, M. (2024). Fertilizantes orgánicos y biorresiduos para la gestión sostenible del suelo en apoyo de los cultivos y control de las emisiones de gases de efecto invernadero en agroecosistemas mediterráneos. *Horticulturae*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/horticulturae10050427>.
- Barickman, T., y Kopsell, D. (2016). La forma y la proporción de nitrógeno influyen en las concentraciones de carotenoides y clorofila en el tejido del brote de la acelga (*Beta vulgaris* subsp. *cicla*). *FAO AGRIS - International System for*

- Chirere, T., Khalil, S., y Lalander, C. (2021). Efecto fertilizante del compost de larvas de mosca soldado negra, elaborado a partir de residuos alimentarios y heces, sobre la acelga suiza. *SLU publication database*. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0120>
- Chura, A. (2024). EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) CON DIFERENTES DOSIS DE HUMUS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA. UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO. <https://repositorio.upea.bo/jspui/handle/123456789/1717>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). <https://www.defensa.gob.ec/>. [https://www.defensa.gob.ec/:https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Flores, H., Smets, E., y Vrijdaghs, A. (2008). Morfología floral y de la inflorescencia y ontogenia en *Beta vulgaris*, con especial énfasis en la posición del ovario. *Researchgate*. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn140>
- Gordillo, F., Vasconcellos, N., Castañeda, L., Tenelanda, C., y Campuzano, A. (2025). Optimización de la producción de acelga y nabo mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/539>
- Hailay, G., y Haymanot, A. (2019). La respuesta de las acelgas (*Beta vulgaris* L.) a los niveles de nitrógeno y al espaciamiento entre hileras en Debre Berhan, Etiopía central. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.22077/jhpr.2019.2099.1041>
- Hidalgo, G., Heredia, S., y Yáñez, P. (2018). Estudio de aceptabilidad de acelgas rojas y amarillas (*Beta vulgaris* variedad cicla) en preparaciones de autor en Ecuador. *espírituemprendedores*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n1.2018.37>

- Hossain, R., Menzel, W., Lachmann, C., y Varrelmann, M. (2020). Nuevas perspectivas sobre la distribución del virus del amarilleo en Europa y los efectos del virus del amarilleo de la remolacha, el virus del amarilleo leve de la remolacha y el virus de la clorosis de la remolacha en el rendimiento de la remolacha azuc. *bsppjournals*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ppa.13306>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2019). Guía técnica para la producción de hortalizas bajo buenas prácticas agrícolas. *INIAP*.
<https://www.iniap.gob.ec/>
- Jácome, J., y Vera, N. (2023). Evaluación de tres bioestimulantes en la producción de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*). La Maná : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <https://repositorio.utc.edu.ec/items/9dab7b2c-ead5-4f80-ba05-d75a808df24c>
- Joshi, M., Narute, T., y Sarnobat, D. (2023). The Cucumber Mosaic Virus: A Review. *International Journal of Plant & Soil Science*.
<https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i244316>
- Kubota, M., y Kajitani, Y. (2021). Tres nuevas razas del patógeno del mildiú veloso de la espinaca identificadas mediante un conjunto modificado de diferenciales de espinaca. *Annual Report of The Kansai Plant Protection Society*. <https://doi.org/10.4165/kapps.63.89>
- Lange, W., Brandenburg, W., y Bock, T. (1999). Taxonomía y cultonomía de la remolacha (*Beta vulgaris* L.). *Botanical Journal of the Linnean Society*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1999.tb00785.x>
- Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wang, Y., . . . Zhou, Y. (2021). Consumo de verduras de hoja verde y luteína y múltiples beneficios para la salud. *Pubmed*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130145>
- Liang, B., He, H., Zhou, W., y Lü, H. (2022). Crecimiento, morfología foliar y adaptabilidad fisiológica de la remolacha de hoja (*Beta vulgaris* var. cicla) al estrés salino: un experimento de cultivo en suelo. *Agronomy*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12061393>

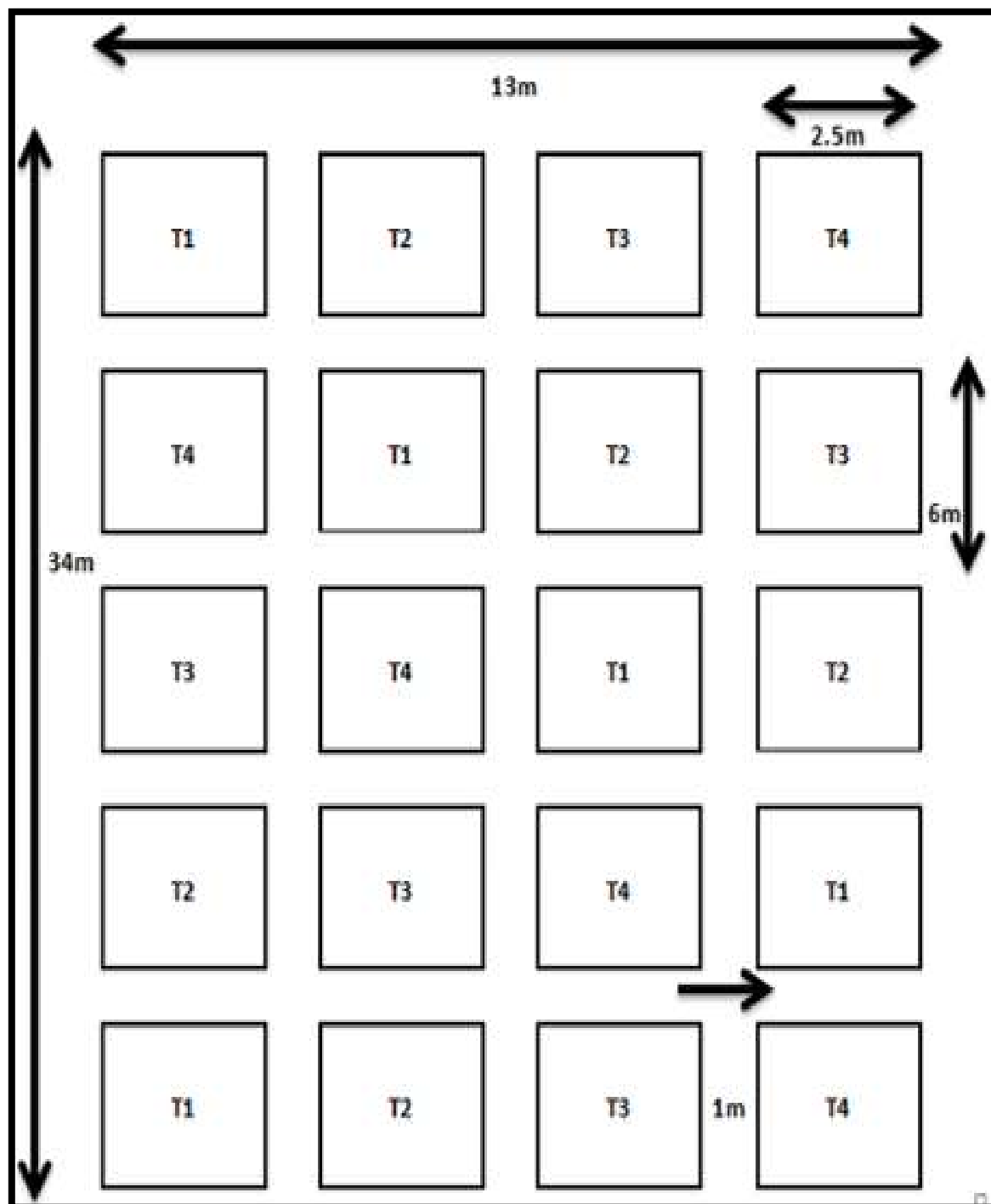
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2019). *ambienteyenergia.gob.ec*.
 ambienteyenergia.gob.ec: <https://www.ambienteyenergia.gob.ec/>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. (2008).
produccion.gob.ec. produccion.gob.ec: <https://www.produccion.gob.ec/>
- Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández, V., Morales, P., . . . Majdoub, H. (2019). Hojas de acelga silvestre comestible (*Beta vulgaris* L. var. cicla): Composición nutricional y fitoquímica y actividades biológicas. *Pubmed*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.039>
- Nakagawa, A., y Sarr, P. (2025). La fertilización con roca fosfórica calcinada de baja calidad mejora la fijación de nitrógeno, el rendimiento y la calidad del grano en la soja. *Front. Plant Sci.*
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1581961>
- Naz, A., Rebi, A., Naz, R., Akbar, M., Aslam, A., Kalsom, A., . . . Zhou, J. (2023). Impacto del abono verde en la salud de suelos calcáreos de baja fertilidad. *Land*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land12030546>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción sostenible de hortalizas. *FAO*. <https://www.fao.org/>
- Otieno, E., Mwajoha, A., Rewe, T., y Muti, S. (2024). Efecto del fertilizante de biolodo en la calidad nutricional de la acelga cultivada en malla de sombra. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*.
<https://doi.org/10.9734/jaeri/2024/v25i6652>
- Puccinelli, M., Rosellini, I., Malorgio, F., Pardossi, A., y Pezzarossa, B. (2023). Producción hidropónica de hojas tiernas de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) y su ancestro silvestre, la remolacha marina (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*), enriquecidas con selenio. *CINECA IRIS Institutional Research Information System*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.3390/horticulturae9080909>
- Rangel, L., Spanner, R., Ebert, M., Pethybridge, S., Stukenbrock, E., De Jonge, R., . . . Bolton, M. (2020). *Cercospora beticola*: El estilo de vida embriagador del patógeno de la mancha foliar de la remolacha azucarera. *bsppjournals*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mpp.12962>

- Redondo, S., Romano, E., Mesa, J., Sola, C., y Mateos, E. (2022). Consorcios de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal aisladas de halófitas mejoran la respuesta de la acelga a la salinización del suelo. *Agronomy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12020468>
- Rehman, S., De Castro, F., Aprile, A., Benedetti, M., y Fanizzi, F. (2023). Vermicompost: Mejora el crecimiento de las plantas y combate el estrés abiótico y biótico. *Agronomía*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy13041134>
- Ria, R., Lakitan, B., Sulaiman, F., Yakup, Y., Negara, Z., y Susilawati, S. (2023). Adaptación a la sombra artificial y densidad de población de la acelga (*Beta Vulgaris* subsp. *cicla* (l) w.d.j koch) en área urbana. *BIOVALENTIA Biological Research Journal*. <https://doi.org/10.24233/biov.9.1.2023.384>
- Rivelli, A., y Libutti, A. (2022). Efecto del biochar modificado con fertilizante orgánico en el crecimiento y desarrollo de la rosa china. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12092089>
- Ruiz, J., De La Paz, G., Hernandez, A., y Estrada, N. (2024). Producción de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) en sistemas hidropónicos y acuapónicos. *scielo*. <https://doi.org/https://doi.org/10.19136/era.a11n1.3866>
- Selvan, T., Panmei, L., Murasing, K., Guleria, V., Ramesh, K., Bhardwaj, D., . . . Deshmukh, H. (2023). Economía circular en la agricultura: liberando el potencial de la agricultura ecológica integrada para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. *Frontiers*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1170380>
- Sigcha , G. (2022). Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). La Mana : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <https://repositorio.utc.edu.ec/items/e545dfca-7f63-44ee-bfbc-4924962ad120>
- Singh, T., Ali, A., Prasad, M., Yadav, A., Shrivastav, P., Goyal, D., y Dantu, P. (2020). Papel de los fertilizantes orgánicos en la mejora de la fertilidad del suelo. *Researchgate*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41552-5_3

- Sullivan, C., Belt, K., y Thatcher, L. (2021). Control de un fitopatógeno cosmopolita: la esclerotinia. *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2021.707509>
- Tang, Q., XIA, Y., TI, C., SHAN, J., Zhou, W., LI, C., . . . Yan, X. (2022). Efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos en la regulación de la comunidad microbiana y la acumulación de contaminantes en suelos rojos típicos del sur de China. *FAO AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.06.044>
- Tehseen, M., Wyatt, N., Bolton, M., Fugate, K., Preister, L., Yang, S., . . . Chu, C. (2024). La deriva genética, la migración histórica y el flujo genético limitado contribuyen a la divergencia de subpoblaciones en la remolacha marina silvestre (*Beta vulgaris* ssp. *maritima* (L.) Arcang). *journals.plos*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308626>
- Teles, A., Rodrigues, M., y Pavinato, P. (2020). Solubilidad y eficiencia de fertilizantes de fosfato de roca parcialmente acidulados con zeolita y arcilla pilarizada como aditivos. *Agronomía*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy10070918>
- Vera, G. (2024). Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) a la fertilización orgánica. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/6407/1/ULEAM-AGRO-0378.pdf>

ANEXOS

Figura 1.

Croquis del estudio

Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 2.

Delimitación de parcelas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 3.
Preparación de semillero



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 4.

Trasplante de acelga



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 5.
Manejo de fertilización del cultivo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 6.
Riego del cultivo de acelga



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 7.
Toma de datos de altura de planta



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 8.
Toma de datos del diámetro de hoja en campo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 9.
Conteo de hojas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 10.
Manejo fitosanitario del cultivo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 11.
Plantas cosechadas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 12.
Visita de laboratorio del tutor guía



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 13.
Toma de datos del diámetro de hojas en laboratorio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 14.

Toma de datos del peso de planta



Elaborado por: La Autora, 2025

APÉNDICES

Tabla 8.

Análisis estadístico de la variable altura de planta (35 días)

Altura de planta (35 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (35 días)..	20	0,80	0,69	4,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,85	7	4,69	6,95	0,0019
Tratamientos	26,15	3	8,72	12,91	0,0005
Repeticiones	6,70	4	1,68	2,48	0,0999
Error	8,10	12	0,68		
Total	40,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,54269

Error: 0,6750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3: Humus de lombriz + roc..	20,20	5	0,37	A
T1: Humus de lombriz	18,40	5	0,37	B
T2: Roca fosfórica	18,20	5	0,37	B
T4: Testigo	17,00	5	0,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,85173

Error: 0,6750 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	19,25	4	0,41 A
2	18,75	4	0,41 A
5	18,50	4	0,41 A
1	18,25	4	0,41 A
4	17,50	4	0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 9.

Datos de la variable altura de planta (65 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Humus de lombriz	35,00	38,00	37,00	36,00	35,00	36,20
T2: Roca fosfórica	38,00	37,00	36,00	37,00	39,00	37,40
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	39,00	43,00	39,00	43,00	45,00	41,80
T4: Testigo	34,00	35,00	36,00	34,00	36,00	35,00

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 10.

Análisis estadístico de la variable altura de planta (65 días)

Altura de planta (65 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (65 días)..	20	0,82	0,72	4,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	145,30	7	20,76	7,91	0,0011
Tratamientos	132,00	3	44,00	16,76	0,0001
Repeticiones	13,30	4	3,33	1,27	0,3361
Error	31,50	12	2,63		
Total	176,80	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,04222

Error: 2,6250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Humus de lombriz + roc..	41,80	5	0,72 A
T2: Roca fosfórica	37,40	5	0,72 B
T1: Humus de lombriz	36,20	5	0,72 B
T4: Testigo	35,00	5	0,72 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,65166

Error: 2,6250 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
5	38,75	4	0,81 A

2	38,25	4	0,81	A
4	37,50	4	0,81	A
3	37,00	4	0,81	A
1	36,50	4	0,81	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 11.

Datos de la variable diámetro de hoja (35 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Humus de lombriz	19,00	21,00	18,00	17,00	19,00	18,80
T2: Roca fosfórica	18,00	18,00	19,00	17,00	16,00	17,60
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	22,00	19,00	21,00	21,00	20,00	20,60
T4: Testigo	16,00	16,00	15,00	18,00	17,00	16,40

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 12.

Análisis estadístico de la variable diámetro de hoja (35 días)

Diámetro de hoja (35 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de hoja (35 días)..	20	0,68	0,50	7,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,45	7	7,06	3,67	0,0235
Tratamientos	48,15	3	16,05	8,34	0,0029
Repeticiones	1,30	4	0,33	0,17	0,9502
Error	23,10	12	1,93		
Total	72,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,60520

Error: 1,9250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Humus de lombriz + roc..	20,60	5	0,62 A
T1: Humus de lombriz	18,80	5	0,62 A B
T2: Roca fosfórica	17,60	5	0,62 B
T4: Testigo	16,40	5	0,62 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,12710

Error: 1,9250 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
1	18,75	4	0,69 A
2	18,50	4	0,69 A
4	18,25	4	0,69 A
3	18,25	4	0,69 A
5	18,00	4	0,69 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 13.
Datos de la variable diámetro de hoja (65 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Humus de lombriz	25,00	26,00	24,00	25,00	28,00	25,60
T2: Roca fosfórica	25,00	25,00	27,00	26,00	27,00	26,00
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	28,00	29,00	28,00	31,00	29,00	29,00
T4: Testigo	23,00	26,00	25,00	25,00	26,00	25,00

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 34.
Análisis estadístico de la variable diámetro de hoja (65 días)
Diámetro de hoja (65 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de hoja (65 días) ..	20	0,81	0,70	4,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,90	7	8,41	7,26	0,0015
Tratamientos	47,60	3	15,87	13,70	0,0004
Repeticiones	11,30	4	2,83	2,44	0,1039
Error	13,90	12	1,16		
Total	72,80	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,02089

Error: 1,1583 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Humus de lombriz + roc..	29,00	5	0,48 A
T2: Roca fosfórica	26,00	5	0,48 B
T1: Humus de lombriz	25,60	5	0,48 B
T4: Testigo	25,00	5	0,48 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,42573

Error: 1,1583 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
5	27,50	4	0,54 A
4	26,75	4	0,54 A
2	26,50	4	0,54 A
3	26,00	4	0,54 A
1	25,25	4	0,54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Mendoza, 2022

Tabla 45.
Datos de la variable número de hojas

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Humus de lombriz	14	13	16	15	15	15
T2: Roca fosfórica	18	15	17	16	17	17
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	19	18	20	19	21	19
T4: Testigo	15	15	16	15	14	15

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 56.
Análisis estadístico de la variable número de hojas
Número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas	20	0,90	0,84	5,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80,00	7	11,43	15,58	<0,0001
Tratamientos	71,20	3	23,73	32,36	<0,0001
Repeticiones	8,80	4	2,20	3,00	0,0625
Error	8,80	12	0,73		
Total	88,80	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,60796

Error: 0,7333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3: Humus de lombriz + roc..	19,40	5	0,38	A
T2: Roca fosfórica	16,60	5	0,38	B
T4: Testigo	15,00	5	0,38	B C
T1: Humus de lombriz	14,60	5	0,38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,93009

Error: 0,7333 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	17,25	4	0,43	A
5	16,75	4	0,43	A B
1	16,50	4	0,43	A B
4	16,25	4	0,43	A B
2	15,25	4	0,43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 67.**Datos de la variable rendimiento del cultivo kg/ha**

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Humus de lombriz	5736,00	5932,00	6114,00	5820,00	5904,00	5901,20
T2: Roca fosfórica	6016,00	5596,00	5736,00	5876,00	5481,20	5741,04
T3: Humus de lombriz + roca fosfórica	5932,00	6156,00	5904,00	6245,60	6408,00	6129,12
T4: Testigo	3940,00	4010,00	4346,00	3856,00	4206,00	4071,60

Elaborado por: La Autora, 2025**Tabla 18.****Análisis estadístico de la variable rendimiento del cultivo kg/ha****Rendimiento kg/ha**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento kg/ha	20	0,96	0,94	3,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13285741,98	7	1897963,14	40,35	<0,0001
Tratamientos	13245074,33	3	4415024,78	93,87	<0,0001
Repeticiones	40667,65	4	10166,91	0,22	0,9244
Error	564407,87	12	47033,99		
Total	13850149,85	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=407,22238

Error: 47033,9893 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Humus de lombriz + roc..	6129,12	5	96,99 A
T1: Humus de lombriz	5901,20	5	96,99 A
T2: Roca fosfórica	5741,04	5	96,99 A
T4: Testigo	4071,60	5	96,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=488,80076**

Error: 47033,9893 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	5525,00	4	108,44 A
5	5499,80	4	108,44 A
4	5449,40	4	108,44 A
2	5423,50	4	108,44 A
1	5406,00	4	108,44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)