

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en el centro experimental San Francisco de la UPEC.”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Sánchez Delgado Marcia Viviana

TUTOR: Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander, Msc.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Sánchez Delgado Marcia Viviana con el número de cédula 0401843198 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en el centro experimental San Francisco de la UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander , Msc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Sánchez Delgado Marcia Viviana con cédula de identidad número 0401843198 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Sánchez Delgado Marcia Viviana

AUTORA

Tulcán, marzo de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Sánchez Delgado Marcia Viviana declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en el centro experimental San Francisco de la UPEC y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Sánchez Delgado Marcia Viviana

AUTOR

Tulcán, marzo de 2025.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme los conocimientos necesarios para poder enfrentar los desafíos que se me han presentado. Su guía y sabiduría han sido fundamentales para cada paso que he dado. Sin su gracia, nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres, José Luis Sánchez e Hilda Delgado, les expreso mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional y el esfuerzo que han depositado en mí. Gracias a su dedicación y amor, he podido culminar una etapa muy importante en mi vida.

A mis hermanos Luis, Marco y Katherine, y a mi angelito Valeria, que nos cuida desde el cielo, les agradezco profundamente por su apoyo incondicional. Su amor y respaldo han sido una fuente constante de fuerza y motivación para mí.

Agradezco a mi tutor de tesis, MSc. Guillermo Jácome, por haberme brindado sus conocimientos y por ser un guía durante el transcurso de este trabajo. Su apoyo y dedicación han sido esenciales para culminar este importante proyecto.

Sánchez Delgado Marcia Viviana

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, agradeciendo su guía en mi camino y por darme la fortaleza para enfrentar y superar los retos. A mis padres, José Luis Sánchez e Hilda Delgado, quienes, con su apoyo incondicional, me han permitido llegar hasta aquí. Su amor y sacrificio han sido la base sobre la cual he construido este logro. A mis hermanos, por su apoyo en los momentos más difíciles."

Sánchez Delgado Marcia Viviana

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| I. EL PROBLEMA | 14 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 15 |
| 1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 17 |
| 1.4.1. Objetivo General | 17 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 17 |
| 1.4.3. Preguntas de Investigación..... | 17 |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 18 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.2.1. Origen e importancia del cultivo de ajo..... | 20 |
| 2.2.2. Taxonomía del cultivo de ajo | 21 |
| 2.2.3. Valor Nutricional..... | 23 |
| 2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos..... | 24 |
| 2.2.5. Variedades del ajo. | 24 |
| 2.2.6. Manejo del cultivo | 25 |
| 2.2.7 Plagas y enfermedades..... | 27 |
| 2.2.8. Fertilización orgánica | 28 |
| 2.2.9. Fertilizantes orgánicos | 29 |
| III. METODOLOGÍA | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO | 31 |
| 3.1.1. Enfoque..... | 31 |
| 3.1.2. Tipo de Investigación..... | 31 |
| 3.2 HIPÓTESIS | 31 |
| 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 31 |
| 3.3.1 Definición de las variables | 31 |
| 3.3.2 Operacionalización de las variables..... | 32 |
| 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS | 33 |
| 3.4.1. Localización del experimento | 33 |
| 3.4.2. Tratamientos..... | 33 |
| 3.4.3. Características del diseño experimental | 33 |
| 3.4.4. Distribución y características del experimento..... | 34 |
| 3.4.5. Población y muestra en la investigación..... | 34 |
| 3.4.6. Procedimientos | 35 |
| 3.4.7. Variables para evaluar | 36 |
| 3.4.8. Análisis costo - beneficio | 36 |
| 3.5 ANALISIS ESTADISTICO..... | 37 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 38 |
| 4.1. RESULTADOS..... | 38 |
| 4.1.1. Altura de planta | 38 |
| 4.1.2 Número de Hojas..... | 38 |
| 4.1.3. Diámetro del tallo..... | 39 |
| 4.1.4. Diámetro del bulbo después de la cosecha | 40 |
| 4.1.5. Rendimiento parcela neta | 41 |
| 4.1.6. Rendimiento unidad experimental..... | 41 |
| 4.1.7 Rendimiento por hectárea | 41 |
| 4.1.8. Análisis costo/beneficio..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 4.2. DISCUSIÓN | 44 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 46 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 46 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 46 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 48 |
| VII. ANEXOS | 52 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Taxonomía del cultivo de ajo..... | 21 |
| Tabla 2. Valor nutricional en el cultivo de ajo 100g..... | 23 |
| Tabla 3. Contenido Nutricional de la Champiñonaza | 29 |
| Tabla 4. Contenido Nutricional de Eco abonaza | 30 |
| Tabla 5. Contenido nutricional de Vermicompost..... | 30 |
| Tabla 6. Matriz para la operacionalización de variables..... | 32 |
| Tabla 7. Tratamientos de estudio..... | 33 |
| Tabla 8. Características del diseño experimental..... | 34 |
| Tabla 9. ANOVA para altura de planta..... | 38 |
| Tabla 10. Tukey para altura de planta..... | 38 |
| Tabla 11. ANOVA para número de hojas..... | 39 |
| Tabla 12. Tukey para número de hojas..... | 39 |
| Tabla 13. ANOVA para diámetro de tallo..... | 39 |
| Tabla 14. Tukey para diámetro de tallo..... | 40 |
| Tabla 15. ANOVA para diámetro del bulbo después de la cosecha..... | 40 |
| Tabla 16. Tukey para diámetro del bulbo | 40 |
| Tabla 17. ANOVA para el rendimiento parcela neta..... | 41 |
| Tabla 18. ANOVA para rendimiento unidad experimental | 41 |
| Tabla 19. Análisis costo-beneficio..... | 43 |
| Tabla 16. Costos de producción por hectárea..... | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Raíz del ajo | 21 |
| Figura 2. Tallo del ajo | 22 |
| Figura 3. Hojas del ajo | 22 |
| Figura 4. Bulbo del ajo | 22 |
| Figura 5. Semilla del ajo | 23 |
| Figura 6. Ajo blanco | 24 |
| Figura 7. Ajo Rosa | 25 |
| Figura 8. Ajo rojo | 25 |
| Figura 9. Ubicación del experimento | 33 |
| Figura 10. Distribución experimental..... | 34 |
| Figura 11. Muestra de la investigación..... | 35 |
| Figura 12. Preparación del terreno | 57 |
| Figura 13. División de parcelas | 57 |
| Figura 14. Abonos utilizados | 57 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC | 52 |
| Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas | 53 |
| Anexo 3. Costos de producción | 55 |
| Anexo 4. Análisis de suelo | 56 |
| Anexo 5. Procedimiento experimental..... | 57 |
| Anexo 6. Costos de producción por hectárea..... | 58 |
| Anexo 7. Normalidad y Homogeneidad de varianzas | 58 |
| Anexo 8 . Boxplot las variables analizadas | 58 |
| Anexo 9. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA..... | 59 |

RESUMEN

Actualmente, la utilización de fertilizantes orgánicos en el cultivo de ajo se ha visto reducida debido a la falta de conocimiento y aplicación adecuada de estos abonos. Sin embargo, su correcto uso incrementa la nutrición del suelo y mejora la calidad del cultivo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización orgánica con (Champiñonaza, Eco Abonaza y Vermicompost) en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC. Se implementó un diseño (DBCA) de bloques completamente al azar en una superficie de 651 m², con 8 tratamientos y 4 repeticiones, dando un resultado de 32 unidades experimentales de 12 m² cada una. La aplicación de los tratamientos se realizó a los 45 días después de la siembra. Las variables analizadas fueron: la altura de planta (cm), el número de hojas, el diámetro del tallo (mm), el diámetro de bulbos (cm), el rendimiento por hectárea (kg) y el análisis costo-beneficio (USD). Aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, los resultados obtenidos mostraron medias de: altura de planta de 55,71 cm, número de hojas de 8, diámetro del tallo de 12,25 mm, rendimiento por hectárea 12.000 kg por otro lado, los tratamientos T6 (Eco Abonanza 1000g + Químico 50g / m²) y T1 (Champiñonaza 1000g / m²) demostraron ser los más rentables económicamente, con un beneficio directo de \$0,71 y \$0,61 por cada dólar invertido, respectivamente.

Palabras clave: orgánico, ajo, rendimiento, edáfico.

ABSTRACT

Currently, the use of organic fertilizers in garlic cultivation has declined due to a lack of knowledge and improper application of these amendments. However, their proper use enhances soil nutrition and improves crop quality. This study aimed to evaluate the effect of organic fertilization using Champiñonaza, Eco Abonaza, and Vermicompost on the yield of garlic (*Allium sativum*) at the San Francisco Experimental Centre of UPEC. A completely randomized block design (CRBD) was implemented on a 651 m² plot, with eight treatments and four replications, resulting in a total of 32 experimental units of 12 m² each. The treatments were applied 45 days after sowing. The analysed variables included plant height (cm), number of leaves, stem diameter (mm), bulb diameter (mm), yield per hectare (kg), and cost benefit analysis (USD). Although no statistically significant differences were found among the treatments, the results showed average values of 55.71 cm for plant height, 8 leaves per plant, 12.25 mm for stem diameter, and a yield of 12,000 kg per hectare. On the other hand, treatments T6 (Eco Abonaza 1000 g + chemical fertilizer 50 g/m²) and T1 (Vermicompost 1000 g/m²) proved to be the most economically viable, yielding a direct profit of \$0.71 and \$0.62 per dollar invested, respectively.

Keywords: organic, garlic, yield, edaphic.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajo a nivel mundial, alcanza una producción que oscila 1.500.000 toneladas por año. España, Egipto e India se destacan como las naciones con mayor productividad de ajo (*Allium sativum*). Este producto se considera un aditivo alimenticio muy valorado por sus propiedades nutritivas y curativas. Cabe mencionar que el ajo posee una serie de propiedades antisépticas, lo que incrementa su demanda. El consumo de esta hortaliza es cada vez más apreciado y su cultivo ha cobrado mayor relevancia, especialmente en Sudamérica, donde responde eficazmente a las necesidades de los consumidores (Prato, 2019).

El cultivo de ajo en Ecuador alcanza una producción 6,000 toneladas al año se ha llevado a cabo principalmente en el callejón interandino, especialmente en las provincias de Bolívar, Tungurahua y Chimborazo, donde se ha identificado una mayor productividad gracias al clima andino que cumple con todas las necesidades de cultivo. Por lo tanto, el cultivo de ajo ha incrementado debido a su utilizado de muchas maneras considerándose un condimento natural. Además, es fácil de conservar y es reconocido en el mercado ecuatoriano por sus numerosos aportes nutritivos, incluyendo vitaminas B, C, A y B6, fósforo, potasio, selenio, aminoácidos entre otros (Carbajal, 2019).

La provincia del Carchi alcanza una producción 2,000 a 3,000 toneladas al año se ha destacado por ser una de las zonas con mayor producción de ajo, junto con las provincias de la Sierra Centro. Según estudios, en Carchi se han identificado más de 100 hectáreas dedicadas al cultivo de ajo. En los últimos años, su producción ha aumentado debido a las condiciones favorables, ya que el cultivo de ajo es sencillo y resistente (Mestanza et al., 2021).

La fertilización orgánica se ha convertido en un procedimiento que permite agregar a los suelos materiales naturales con el propósito de mejorar su fertilidad y el desarrollo de los cultivos. Los materiales utilizados, conocidos como abonos orgánicos, mejoran la calidad y la salud del suelo, reducen considerablemente el uso de productos químicos y contribuyen a un medio ambiente más sostenible. Además, fortalecen una microbiota beneficioso para los cultivos. Por estas razones, es importante evaluar la fertilización orgánica en la productividad del cultivo (Gonzales et al., 2021).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, el cultivo de ajo se ha desarrollado tradicionalmente en diferentes partes del mundo, cumpliendo con los requisitos para condimentar diversos alimentos. Sin embargo, en las últimas décadas, sus propiedades nutritivas han disminuido debido a la necesidad de aplicar productos químicos para un desarrollo eficiente. Esto ha ocasionado una reducción de su valor nutricional y un aumento de la toxicidad de los agroquímicos (Carhuaricra *et al.*, 2022). Desde esta perspectiva, es importante mencionar que la agricultura convencional depende en gran medida de los fertilizantes solubles para lograr un buen rendimiento. Sin embargo, el uso excesivo de productos químicos ha causado el deterioro de los suelos y la contaminación ambiental, provocando un desequilibrio biológico (Avilés *et al.*, 2022).

En Ecuador, el ajo se cultiva en varias zonas del país, especialmente en el callejón interandino y en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Sin embargo, el uso de fertilizantes inorgánicos es más frecuente, lo que provoca eventos adversos en el cultivo de ajo, como el cambio del pH y la reducción de la materia orgánica. Esto se debe a la escasa aplicación y disponibilidad de productos orgánicos que cumplan con los requisitos del cultivo, especialmente porque este producto se ha establecido en monocultivo (Abreu *et al.*, 2021). Por esta razón, se ha identificado que a nivel nacional no existen estadísticas exactas sobre el cultivo de ajo. De hecho, los agricultores tienen un conocimiento limitado sobre las alternativas a los productos químicos debido a los escasos estudios (Estrada, 2022).

Las malas prácticas agrícolas y la falta de programación para la fertilización orgánica han provocado un manejo deficiente del cultivo de ajo. Esto ha llevado a los agricultores a recurrir a productos tóxicos para el desarrollo del cultivo debido a la baja rentabilidad, ya que estos productos tienen un alto valor en el mercado. Además, el escaso conocimiento sobre los productos orgánicos ha contribuido a la falta de información en el sector agrícola, generando incertidumbre entre los

agricultores de ajo, quienes constantemente buscan alternativas a los productos orgánicos (Montenegro, 2018).

Ministerio de Agricultura, en Ecuador, en el año 2020, la superficie sembrada de ajo fue de 81 hectáreas, con una producción total de 266 toneladas y un rendimiento de 3.27 toneladas por hectárea. Sin embargo, los productores de ajo en esta provincia carecen de una alternativa a la fertilización inorgánica. Esto se debe a la escasa tecnificación y falta de asesoramiento técnico sobre la fertilización orgánica, lo que ha resultado en un bajo rendimiento y rentabilidad de los cultivos de ajo. Además, el limitado conocimiento sobre la fertilización orgánica ha llevado a los agricultores a optar por productos químicos, ocasionando daños severos como la deforestación, la pérdida de fauna, la disminución del aporte nutritivo de los suelos e incluso la reducción de la calidad de vida de los agricultores debido a la alta toxicidad de los agroquímicos (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2021).

En consecuencia, los afectados directos son los agricultores de ajo, quienes desconocen los beneficios de la fertilización orgánica debido a la inexistencia de estos productos en el mercado, lo que los obliga a utilizar productos químicos de alto costo. Mientras tanto, los afectados indirectos son los consumidores de ajo, ya que la aplicación de agroquímicos disminuye la calidad de estos productos. Es decir, la escasa aplicación de fertilización orgánica no cumple con sus necesidades y expectativas de consumo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La escasa aplicación de los abonos orgánicos ha llevado a los productores de ajo a depender de agroquímicos, resultando en mayores costos y disminuyendo la rentabilidad de los agricultores. Además, la utilización genera alta contaminación ambiental.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, el cultivo de ajo ha experimentado un notable incremento, consolidándose como un producto de alta demanda debido a su uso en la preparación de alimentos. Este cultivo no solo ofrece un alto rendimiento, sino que también es reconocido por sus propiedades medicinales y nutricionales. Por esta razón, es fundamental implementar procesos innovadores en su cultivo que no alteren su composición nutricional. Una alternativa viable es la aplicación de abonos orgánicos, lo cual permite reducir el impacto de los agroquímicos en el ecosistema.

Es importante optar por productos alternativos que satisfagan las necesidades del cultivo.

La importancia de esta investigación radica en evaluar diferentes dosis de productos orgánicos para mejorar el rendimiento de los cultivos de ajo. Para ello, se utilizaron productos orgánicos como Champiñonaza, Eco abonaza y Vermicompost. Los resultados de cada tratamiento contribuirán a la comunidad científica en la búsqueda de soluciones frente a la masiva aplicación de productos químicos. Además, este estudio tiene como objetivo utilizar diversos productos orgánicos que mejoren la calidad del rendimiento con fertilizantes naturales. Estos productos no solo mejoran la fertilización, sino que también logran mejores resultados en la producción, absorción y asimilación de nutrientes por parte de las plantas, sin afectar negativamente al medio ambiente.

Aplicar productos orgánicos como alternativa a los fertilizantes químicos busca garantizar una producción y consumo responsables que satisfagan las necesidades de los consumidores y promuevan el cuidado del medio ambiente." (Cárdenas, 2019, p. 21). Por ello, su impacto es de carácter socio-ambiental. Es importante mencionar que esta investigación se sustenta en el Objetivo 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que aboga por la producción y consumo responsables. La fertilización orgánica contribuye a la producción de productos con menor carga de toxicidad, siendo una alternativa que cumple con las expectativas de los consumidores.

Mediante el uso de abonos orgánicos en la producción de ajo, se pretende identificar las ventajas de este producto ofrece frente a las necesidades específicas del cultivo. Esta práctica se presenta como una alternativa prometedora para mejorar la producción de ajo, dado que actualmente la utilización de abonos orgánicos es limitada, ya sea por desconocimiento o por el predominio de métodos tradicionales. Por esta razón, a través de los resultados obtenidos en este experimento, se puede optar por mejorar la producción de ajo mediante la implementación de abonos orgánicos como productos alternativos que satisfagan la demanda sin alterar sus aportes nutricionales.

En efecto, los beneficiarios directos de esta investigación serán los productores de ajo, ya que contarán con un producto que cumpla con las necesidades y expectativas de los consumidores a través de la fertilización orgánica, que podría convertirse en una alternativa viable para el manejo de sus cultivos. Por otro lado, los

beneficiarios indirectos serán los consumidores de ajo, quienes podrán optar por un producto nutritivo, especialmente considerando que el ajo es un condimento ampliamente utilizado en la preparación de alimentos.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la fertilización orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en el centro experimental San Francisco de la UPEC

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los tipos de abonos orgánicos que permitan el mayor crecimiento y rendimiento en el cultivo de ajo (*Allium sativum*).
- Evaluar la interacción de los abonos orgánicos con fertilizante químico en el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*).
- Analizar costo /beneficio de los tratamientos establecidos en el cultivo de ajo (*Allium sativum*).

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál tipo de abono es más eficiente para el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajo)?
- ¿Cuál es el tratamiento más eficiente en la interacción de abonos orgánicos y fertilizantes químicos para optimizar el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajo)?
- ¿Cuál tratamiento ofrecerá una relación costo-beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Montenegro (2018), en su investigación, tuvo como objetivo la respuesta de tres frecuencias con la aplicación de abonos orgánicos utilizados en el cultivo de *Allium sativum*. Se establecieron diez tratamientos: T1 (Eco Abonaza 8 días previo de la siembra), T2 (Eco Abonaza 20 días posteriores a la siembra), T3 (Eco Abonaza aplicado 40 días después de la siembra), T4 (Bocashi 8 días previos a la siembra), T5 (Bocashi 20 días después de la siembra), T6 (Bocashi 40 días después de la siembra), T7 (Té de estiércol 8 días previos a la siembra), T8 (Té de estiércol 20 días posteriores a la siembra), T9 (Té de estiércol 40 días posteriores a la siembra) y T10 (fertilizante 10-30-10). Las variables evaluadas fueron la altura de la planta, el grosor del tallo, el peso del bulbo y el análisis económico. El diseño experimental utilizado fue DBCA de Bloques Completamente al Azar un diseño factorial (A y B). Los resultados indicaron que el tratamiento T3 (Eco Abonaza aplicado 40 días después de la siembra) fue el mejor en cuanto a altura de planta, grosor del tallo y peso del bulbo, con medias de 26.67 cm, 10.67 mm y 67.67 gramos, respectivamente y en el análisis económico obtuvo un valor de \$15,564.27 USD/ha.

Fuertes (2018), en su investigación titulada "Evaluación de la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en dos variedades del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.)", estableció ocho tratamientos: T1 (Bocashi + peruano), T2 (Vermicompost + peruano), T3 (Abonaza + peruano), T5 (Testigo Peruano), T6 (Bocashi + Nacional), T7 (Vermicompost + Nacional) y T8 (Testigo Nacional). Se utilizaron los tipos de ajo blanco peruano y nacional, aplicando 20 gramos Bocashi, Vermicompost y Abonaza. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, grosor del tallo, Tamaño de bulbo y rendimiento el diseño experimental utilizado fue de bloques completamente aleatorizados (DBCA), con dos factores de estudio: abono y variedad. Los resultados mostraron que, para las variables altura de la planta, grosor del tallo, Tamaño de bulbo y rendimiento, el mejor tratamiento fue T2 (Vermicompost + peruano), con medias de 32.04 cm, 4.58 mm, 7.97 cm y 50.30 kg/ha respectivamente.

Díaz (2022), en su investigación titulada "Evaluación de abonos orgánicos y micorrizas sobre el rendimiento de cultivo de apio (*Apium graveolens*) en el municipio de

lipiales", empleó siete tratamientos: T1 (vermicompost), T2 (gallinaza), T3 (compost), T4 (vermicompost + micorrizas), T5 (gallinaza + micorrizas), T6 (compost + micorrizas) y T7 (químico). El experimento se llevó a cabo con un diseño (DBCA) de bloques completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, análisis económico. Los resultados indicaron que el tratamiento T1 (vermicompost 200 gr) obtuvo el mayor rendimiento en altura de planta 39.35 cm, y en análisis económico, con un valor de \$1.64. Para el diámetro del tallo, el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento T4 (vermicompost + micorrizas), con un promedio de 8.55mm.

Román (2021), en su investigación titulada "Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba L*) en el cantón Huaca", empleó nueve tratamientos. Para la variedad machetona, semiverde tratamientos fueron: T0 (testigo químico con abono 10-30-10 + potasa), T1 (vermicompost), T2 (gallinaza), T3 (vermicompost 50% + biol 50%) y T4 (gallinaza 50% + biol 50%). El experimento se llevó a cabo un diseño (DBCA) de bloques completamente al azar. Las variables analizadas fueron: altura de planta, botones florales, rendimiento del fruto seco y semilla. Los resultados mostraron que el tratamiento T1 (vermicompost) fue el mejor en cuanto a altura de planta, con una media de 76.34 cm en la variedad semiverde. Para el número de botones florales, el mejor tratamiento fue T8 (vermicompost 50% + biol 50%), con una media de 76.34 botones florales en la variedad semiverde. Finalmente, en rendimiento de fruto seco, el mejor tratamiento fue T3, (vermicompost 50% + biol 50%) con un promedio de 4.316 kg / ha en la variedad machetona.

Rumipamba (2021), en su investigación titulada "Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos a tres dosis sobre el comportamiento agronómico de arveja (*Pisum sativum*)", tuvo como objetivo evaluar la efectividad de estos abonos. Se utilizaron diez tratamientos: T1 (Eco abonaza 20 Ton/ha), T2 (Eco abonaza 15 Ton/ha), T3 (Eco abonaza 10 Ton/ha), T4 (Abono de cuy 20 Ton/ha), T5 (Abono de cuy 15 Ton/ha), T6 (Abono de cuy 10 Ton/ha), T7 (Humus 20 Ton/ha), T8 (Humus 15 Ton/ha), T9 (Humus 10 Ton/ha) y T10 (Testigo sin enmienda). El experimento se realizó con un diseño (DBCA) de bloques completamente al azar con diseño factorial (A y B). Las variables evaluadas fueron altura de planta y primera floración. Los resultados mostraron que, para las variables altura de planta y primera floración, el tratamiento T1 (Eco abonaza

20 Ton/ha) obtuvo los mejores resultados, con una media de 54.33 cm y 34.33 días, respectivamente.

Huanacuni et al. (2023), en su estudio titulado "Efecto de tres sustratos y fuentes orgánicas en la morfología del ajo (*Allium sativum*)", tuvo como propósito evaluar el efecto de fuentes orgánicas sobre la morfología del ajo. utilizaron cuatro tratamientos: T0 (Testigo absoluto sin sustrato), T1 (Tierra agrícola en proporción 1:1 con vermicompost), T2 (Tierra agrícola con Biol al 10% en dilución acuosa) y T3 (Tierra agrícola con 10% de ceniza de desechos orgánicos y sin adición como control). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Las variables analizadas fueron: dientes germinados, altura de la planta y cantidad de hojas. Los resultados mostraron que el tratamiento T1 (Tierra agrícola en proporción 1:1 con vermicompost) obtuvo el mayor porcentaje en dientes germinados y altura de planta, con medias de 72.99% y 55.14 cm, respectivamente. No hubo diferencias significativas en el número de hojas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen e importancia del cultivo de ajo

El cultivo del ajo tiene su origen en el centro y sur de Asia. Su propagación comenzó en la región mediterránea y luego se extendió por todo el mundo. Cabe mencionar que su cultivo data de hace miles de años (Avilés et al., 2022, p. 25). Según estudios, ya en el año 3000 a.C. se consumía ajo en Egipto e India.

Desde esta perspectiva, es importante establecer que los primeros indicios del uso del ajo con fines medicinales se remontan al Antiguo Egipto. Debido a sus capacidades curativas, el ajo se caracterizó y llegó a convertirse en un producto sagrado, según estadísticas. Según Avilés et al. (2022), este alimento adquirió un estatus especial en la antigüedad.

Además, es importante establecer que, durante el periodo del Imperio Romano, el ajo se incorporó como un elemento cotidiano en la dieta. Esto se debió a sus conocidos valores energéticos y antisépticos, que eran aprovechados por las tropas de asalto. Los soldados griegos, por su parte, se referían al ajo como una "rosa maloliente". Durante la época romana, su cultivo comenzó a expandirse a otros continentes, y hasta la actualidad, sigue siendo cultivado y se encuentra presente en mercados nacionales e internacionales, destacándose por su aporte en la dieta humana (Macías, 2021).

Durante la época del Imperio Romano, el ajo se incorporó a la dieta cotidiana gracias a su alto poder antiséptico y energético, siendo utilizado especialmente por las tropas de asalto. Los soldados griegos y romanos se referían a él como "rosa maloliente". Fue en esta época cuando su cultivo comenzó y se extendió por Europa, convirtiéndose en un componente habitual de la dieta diaria (Macías, 2021).

2.2.2. Taxonomía del cultivo de ajo

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica del ajo

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de ajo

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Reino | Plantae |
| Clase | Liliopsida |
| Subclase | Liliidae |
| División | Magnoliophyta |
| Orden | Amaryllidales |
| Superorden | Lilianae |
| Familia | Alliaceae |
| Subfamilia | Allioideae |
| Género | Allium |
| Tribu | Allieae |
| Especie | <i>Allium sativum</i> |

Fuente: Alcaraz (2023)

2.2.3. Descripción botánica

Raíz: Cabe destacar que el sistema radicular de la planta de ajo es sencillo, con una extensión que oscila entre 6 y 10 centímetros. Las raíces son adecuadas para absorber varios nutrientes, especialmente fosfatos, debido a la presencia de un hongo simbiótico que facilita este proceso. Sin embargo, esta simbiosis también ha limitado la absorción de algunos nutrientes hacia la planta (Saz & Tejero, 2020).



Figura 1. Raíz del ajo

Fuente: Rodas (2023)

Tallo: "El tallo del ajo se caracteriza por ser blando y liso, con una forma cilíndrica similar a la de otras especies. Su altura normalmente oscila entre 45 y 65 centímetros" (Saz & Tejero, 2020, p. 28).



Figura 2. Tallo del ajo
Fuente: Ramírez (2019)

Hojas: Pueden tener una longitud de entre 20 y 50 centímetros. Están formadas sobre las vainas y poseen un limbo que se encuentra aplanado" (Saz & Tejero, 2020, p. 29).



Figura 3. Hojas del ajo
Fuente: Pérez (2020)

Bulbo: está constituido por bulbillos comúnmente conocidos como dientes, que se encuentran unidos en su base. Cada bulbo se compone de entre 8 y 10 bulbillos" (Saz & Tejero, 2020, p. 31).



Figura 4. Bulbo del ajo
Fuente: Mantilla (2023)

Flor, semilla: Cabe considerar que “en la planta existe una formación de un tallo floral, con varias hojas. La flor de esta planta está compuesta por la umbela, que suele ser de color rosado o blanco” (Saz & Tejero, 2020, p. 32).



Figura 5. Semilla del ajo
Fuente: Rizada (2018)

2.2.4. Valor Nutricional

El ajo se ha establecido como un producto que cumple con las necesidades y expectativas de consumo. Por esta razón, se ha convertido en un condimento de uso mundial, aportando sabor a los alimentos y ofreciendo diversos beneficios para la salud. Entre sus propiedades beneficiosas, destacan su capacidad para prevenir varias enfermedades gracias a su composición natural. A continuación, se presentan las propiedades nutritivas del ajo (Espinoza & Telles, 2019).

Tabla 2. Valor nutricional en el cultivo de ajo 100g

| Nombre | Valor nutritivo |
|--------------------|-----------------|
| Energía (k cal) | 149 |
| Porcentaje de agua | 59% |
| Grasa | 0,5 |
| Proteína | 6,4 |
| Fibra | 1,5 |
| Carbohidratos | 33,1 |
| Fosforo | 153 |
| Calcio | 181 |
| Hierro | 1,7 |
| Potasio | 401 |
| Tiamina | 0,20 |
| Ácido ascórbico | 31,12 |
| Niacina | 0,70 |

Fuente: Espinoza & Telles (2019)

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos

- Temperatura: 12°C y 20°C, Estas temperaturas son óptimas para el crecimiento de la planta y la formación del bulbo. (Alvarado, 2023, p. 36). Esto es especialmente relevante para su rendimiento y el logro de un crecimiento óptimo en la formación de los bulbos.
- Precipitación: Se desarrolla bien con precipitaciones adecuadas, asegurando un crecimiento óptimo entre 800 y 1200 mm. Además, es resistente a la sequía (Cárdenas et al., 2019).
- Suelos: suelos fértiles, con un alto contenido de materia orgánica; ligeros y sueltos, de textura franco-arcillosa; y bien drenados para evitar que los bulbos se pudran. El pH del suelo debe estar entre 6 y 7. (Cárdenas et al., 2019).
- Humedad: Los suelos húmedos no han sido favorables para su desarrollo, ya que esto ha ocasionado que los bulbos se pudran. (Cárdenas et al., 2019).

2.2.6. Variedades del ajo.

Ajo blanco o común: Esta variedad ha sido principalmente cultivada en varias naciones. Se caracteriza por sus dientes de color blanco y su envoltura plateada. Es conocida por su alta productividad y por ser una variedad tardía (Macias et al., 2021, p. 46). Es importante mencionar que el ajo blanco es rico en vitamina B6 y minerales como el calcio, magnesio y potasio, entre otros, (Macias et al., 2021).



Figura 6. Ajo blanco
Fuente: Heredia (2020)

Ajo rosa: "Este ajo se denomina rosa basado en el color de su membrana. Son inmaduros y poco conservables, por lo que se cultivan para consumo fresco debido a que mantienen una buena humedad" (Macias et al., 2021, p. 49). Una de las características más destacadas de este ajo es su capacidad para ser conservado y almacenado a largo plazo.



Figura 7. Ajo Rosa
Fuente: Castro (2021)

Ajo rojo: Esta variedad se caracteriza por sus bulbillos rojo intenso su cabeza no es tan grande, y cortos, y no tiene un cultivo permanente (Macías et al., 2021, p. 50), los dientes rojos y los bulbos blancos se han establecido como las principales características de este tipo de ajo, cuyo tamaño lo diferencia de otras variedades. Su sabor es considerado único debido a la cantidad total de aceites esenciales que contiene.



Figura 8. Ajo rojo
Fuente: Hurtado (2022)

2.2.7. Manejo del cultivo

2.2.7.1. Preparación del suelo

Para el cultivo del ajo, es necesario realizar un diagnóstico físico-químico de todos los nutrientes del suelo. Este proceso permite la preparación adecuada del terreno; para lo cual, se sugiere utilizar arado y rastra. Esto debe realizarse un mes antes de la siembra para que el suelo esté suelto, permitiendo la descomposición de las malezas y asegurando una siembra efectiva. De esta manera, las raíces de las plantas pueden desarrollarse eficientemente. También es fundamental aplicar estiércol completamente descompuesto durante la preparación para evitar que los bulbos se pudran (Cárdenas et al., 2019)

2.2.7.2. Selección de semilla

Con respecto a la semilla, "es necesario realizar una selección donde se escojan los bulbos de mayor tamaño, con grandes cantidades de bulbillos y en óptimas condiciones para su cultivo" (Cárdenas et al., 2019, p. 26). Además, es fundamental desinfectar la semilla antes de la siembra para evitar la presencia de enfermedades y plagas en el cultivo.

2.2.7.3. Desinfección del suelo

Una vez preparado el suelo, "es necesario realizar una desinfección; para ello, se recomienda colocar ceniza o cal con un contenido de 0,6 kilogramos por metro cuadrado" (Cárdenas et al., 2019, p. 27). Esto debe hacerse dos semanas antes de la plantación.

2.2.7.4. Distancia de plantación

Para la plantación del ajo, es necesario tomar como referencia un surcado y plantar a una profundidad que oscila entre 50 y 60 centímetros. La distancia óptima entre las plantas debe ser de 12 a 15 centímetros (Álvarez et al., 2023).

2.2.7.5. Deshierbe

El deshierbe se recomienda realizarlo de forma manual cada quince días, utilizando herramientas adecuadas para estas actividades. El propósito es cuidar las plantas sin cortarlas ni dañar los bulbos (Álvarez et al., 2023).

2.2.7.6. Fertilización post emergencia

Esta fertilización comúnmente se realiza a los 30 días después de la plantación. Para ello, es necesario realizar un análisis de la situación actual del suelo (Álvarez et al., 2023).

2.2.7.7. Riego

Finalmente, el riego es de suma importancia en el cultivo del ajo. Es necesario aplicarlo durante el proceso de desarrollo del cultivo, especialmente cuando se están formando los bulbos. Generalmente, se recomienda regar entre cada 15 a 20 días en ausencia de lluvias. Sin embargo, cuando la planta se encuentra en estado de madurez, es fundamental no regarla, para que las hojas estén secas y se evite la pudrición de los bulbos debido al exceso de humedad (Cárdenas et al., 2019).

2.2.7.8. Control de Malezas

Las malezas gramíneas anuales y perennes pueden controlarse con relativa facilidad usando herbicidas, incluso en altas dosis, sin producir efectos adversos sobre las plantas de ajo. Estas malezas poseen una marcada habilidad competitiva, principalmente debido a su rápida emergencia y crecimiento inicial, seguido de una formación masiva de follaje y raíces (Macías et al., 2021).

2.2.8 Plagas y enfermedades

2.2.8.1. Plagas

- Mosca de la cebolla: Esta plaga tiene una longitud que oscila entre 6 y 8 mm y se caracteriza por su color gris amarillento. Suele colocar alrededor de 150 huevos y ataca principalmente las hojas y flores de la planta, lo cual puede causar la muerte de las plantas de ajo. Por esta razón, los métodos de control utilizados se aplican sobre la semilla para permitir la desinfección del cultivo (Camacho et al., 2021).
- Polilla: Es considerada una mariposa que alcanza una longitud de 15 mm, con un color que varía entre amarillo y gris. Sus larvas, de color amarillo y con una longitud de entre 15 y 18 mm, causan daños en las plantas, especialmente en las vainas de las hojas, extendiéndose al cogollo. Esto provoca que las hojas adquieran un tono amarillento y se pudran, ocasionando importantes pérdidas económicas en los cultivos (Granado, 2020).
- Trips: Estas plagas son insectos muy pequeños, de aproximadamente 1 milímetro de tamaño, y de color verde con un tono amarillo. Atacan principalmente el cogollo de las plantas, siendo más activos en temperaturas altas. La presencia de estos patógenos se reduce con bajas temperaturas, y durante el invierno su rendimiento puede disminuir hasta un 20% (Gómez et al., 2024).

2.2.8.2. Enfermedades

- Pudrición blanca: Esta enfermedad, comúnmente conocida como marchitez prematura o moho blanco, es la más frecuente y perjudicial para el cultivo de ajo. Es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* y se caracteriza por la pudrición de la raíz y el bulbo, ocasionando graves daños a las plantas (Pallo, 2024).
- Mildium: Esta enfermedad se caracteriza por causar varias manchas en las hojas, especialmente de color pardo oscuro. Estas manchas suelen aparecer en el envés de las hojas en los cultivos, siempre y cuando las condiciones sean favorables para

la enfermedad. De esta manera, puede llegar a ocasionar la muerte de las plantas (Pallo, 2024).

- **Roya:** La roya suele causar manchas de color rojizo en las hojas, que posteriormente adquieren un tono violeta, lo cual provoca el secamiento de las plantas. Esta enfermedad afecta principalmente al cultivo de ajo, limitando su adecuado desarrollo (Gómez et al., 2024, p. 47).
- **Moho gris o Botrytis:** El moho gris es una enfermedad que principalmente ataca el tallo del cultivo de ajo, y en muchas ocasiones también afecta las hojas y la zona peduncular del fruto. Esta enfermedad se desarrolla sobre los órganos secos de la planta y puede ser controlada mediante la reducción de la humedad en el suelo (Gómez et al., 2024).

2.2.9. Fertilización orgánica

Consiste en utilizar fuentes nutritivas que suelen ser producidas a partir de materiales de origen natural, también conocidos como abonos orgánicos. Estos abonos representan una alternativa a la producción química; por tal motivo, Vella et al., (2021) afirman:

Entre los principales productos orgánicos se destacan el estiércol y el compost, los cuales aportan propiedades nutritivas a los cultivos y se aplican de forma natural. En este sentido, los fertilizantes orgánicos se han establecido como materiales de origen natural que pueden activar varios procesos bioquímicos de manera natural, a diferencia de los productos inorgánicos. (p. 58)

Desde esta perspectiva, "la fertilización orgánica se ha establecido como aquellos productos sanos que mantienen una actividad biológica en relación a las necesidades de los cultivos, permitiendo aumentar su crecimiento, rendimiento y desarrollo" (García et al., 2021, p. 37). Por tal motivo, para que la fertilización se considere orgánica, no es necesaria la aplicación de fertilizantes químicos en los suelos, con una mayor fertilidad mediante la utilización de abonos naturales.

2.2.9.1. Beneficios de la fertilización orgánica

La fertilización orgánica a diferencia de los productos inorgánicos trae consigo una serie de beneficios, debido que estos actúan de forma natural en los cultivos, esto debido a la creciente aplicación de productos químicos que ha ocasionado severas afectaciones en el ambiente, por esta razón, la fertilización orgánica surge mediante las necesidades de contar con una alternativa para la aplicación en los

cultivos (García *et al.*, 2021). A continuación, se muestran los principales beneficios o ventajas de la fertilización orgánica:

- Fortalece la microbiología del suelo.
- Aporta una gran cantidad de minerales y nutrientes.
- Proporciona una gran cantidad de materia orgánica, mejorando las condiciones físicas del suelo.
- No produce contaminación química (Gómez *et al.*, 2021).

2.2.10. Fertilizantes orgánicos

2.2.10.1. Champiñonaza

- La champiñonaza se ha constituido en un abono orgánico que contiene grandes cantidades de nitrógeno, producido a partir de subproductos derivados de la producción de champiñones. Este abono se ha convertido en una excelente fuente de nutrientes para los cultivos, fortaleciendo la producción, el crecimiento y la calidad de las cosechas. Es importante mencionar que la champiñonaza ha sido utilizada en la agricultura para mejorar el rendimiento de los cultivos (Ramírez *et al.*, 2021).

Beneficios

- Es considerado un abono sostenible que mejora la fertilidad de los suelos.
- Incrementa la estructura del suelo y mejora su capacidad de retención de agua
- Promueve su desarrollo de las plantas y el crecimiento de las raíces.
- Incrementa la producción de las cosechas (Ramírez *et al.*, 2021).

Tabla 3. Contenido Nutricional de la Champiñonaza

| Contenido | Nutrientes |
|-----------|------------------|
| 1.96% | Nitrógeno |
| 1.18% | Fosforo |
| 2.38% | Potasio |
| 5.34% | Calcio |
| 0.65 % | Magnesio |
| 54 % | Materia Orgánica |

Fuente: (Ramírez *et al.*, 2021).

2.2.10.2. Eco abonaza

Este producto de origen orgánico ofrece varios beneficios para los cultivos. Se considera un producto semicompostado, libre de patógenos y con certificaciones orgánicas de carácter internacional. Es recomendado para cultivos de hortalizas, pastos, cacao, tomate, entre otros, debido a su significativo aporte de nutrientes orgánicos que contribuyen al desarrollo de las plantas y al incremento de la productividad en los cultivos (Ramírez et al., 2021).

Tabla 4. Contenido Nutricional de Eco abonaza

| Contenido | Nutrientes |
|-----------|------------------|
| 2.73 % | Nitrógeno |
| 1.75 % | Fosforo |
| 3.63 % | Potasio |
| 4.42 % | Calcio |
| 1.06 % | Magnesio |
| 0.05% | Cobre |
| 61.52 % | Materia Orgánica |

Fuente: (Ramírez et al., 2021)

2.2.10.3. Vermicompost

El vermicompost se ha convertido en un fertilizante valioso debido a su proceso biológico, que permite higienizar y estabilizar los residuos orgánicos de carácter orgánico, de hecho, su utilización en los cultivos cumple con los requisitos en los cultivos; puesto que permite la reactivación de los suelos contaminados, por lo tanto, estos fertilizantes se los realiza mediante los restos orgánicos domésticos, esto mediante un proceso de fermentación que permite obtener la mayor cantidad de nutrientes posibles; para ello, se requiere de un tiempo estimado para una adecuada fermentación (Ramírez et al., 2021).

Tabla 5. Contenido nutricional de Vermicompost

| Cantidad | Nutriente |
|----------|------------------|
| 2.5 % | Nitrógeno |
| 1, 7 % | Fosforo |
| 2 ,5 % | Potasio |
| 2% | Calcio |
| 1 % | Magnesio |
| 60 % | Materia Orgánica |

Fuente: (Ramírez et al., 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Enfoque cuantitativo: Se evaluaron variables numéricas como: altura de la planta, cantidad de hojas, el diámetro del tallo, diámetro de bulbos, el rendimiento por tratamiento, costo beneficio.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental: se implementó un diseño (DBCA) de bloques completos al azar (DBCA) con 8 tratamientos, 4 repeticiones, con 32 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente, cada unidad experimental consto de 156 plantas de ajo con una parcela neta de 20 plantas. Finalizando esta investigación con los datos recopilados se realizó se realizó en análisis estadístico para comprobar o refutar la hipótesis de estudio.

3.2 HIPÓTESIS

Hipótesis afirmativa (Ha)

La aplicación de abonos orgánicos mediante la fertilización si influye en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*)

Hipótesis nula (H0)

La aplicación de abonos orgánicos mediante la fertilización no influye en el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Definición de las variables

Variabes evaluadas:

Variable independiente: Abono orgánicos

Variable dependiente: Rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*)

3.3.2 Operacionalización de las variables

Tabla 6. Matriz para la operacionalización de variables

| Variabes | Definiciones | Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
|--|--|-----------------------------|---|---|-----------------------|
| Independiente : Abonos Orgánicos | Abonos orgánicos tiene la finalidad de aumentar la fertilidad de los cultivos incrementando nutrientes en las plantas está basado en estiércol o desechos de cocina etc. | Champiñonaza | Se aplicó 1.kg / m ² a los 45 días después de la siembra | | |
| | | Eco Abonaza | Se aplicó 1.kg / m ² a los 45 días después de la siembra | Aplicación manual | Balanza |
| | | Vermicompost | Se aplicó 1.kg / m ² a los 45 días después de la siembra | | |
| Dependiente: Rendimiento del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i>). | Cultivo de ajo :Bulbo que aporta grandes beneficios en la parte nutritiva | Altura de la planta | En cm a los 45, 90 , 135 y 180 días después de la siembra | Medir desde el cuello hasta la hoja más larga | Flexómetro |
| | | Número de hojas | Observación y conteo 45, 90,135 , 180 días después de la siembra | Observación y conteo | Libreta de Campo |
| | | Diámetro del tallo | En mm a los 45, 90 , 135 y 180 días después de la siembra | Observación y medición | Calibrador pie de rey |
| | Cultivo de ajo :Bulbo que aporta grandes beneficios en la parte nutritiva | Diámetro de bulbos | En cm después de la cosecha | Observación y conteo | Calibrador |
| | | Rendimiento por Tratamiento | Contabilizara el número de bulbos de cada tratamiento | Observación y medición | Balanza |
| | Costo Beneficio | | Finalizar la investigación | Ingresos e Egresos | Computador a |

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en la provincia del Carchi, en el cantón Huaca, en la Finca San Francisco de la UPEC. Según la aplicación Google Earth, las coordenadas geográficas de la finca son: altitud de 2923 m s.n.m., latitud 0.630278, longitud -77.7267 (0° 37' 49" Norte, 77° 43' 36" este). (Google Heart, 2024).



Figura 9. Ubicación del experimento
Fuente: Google Heart, (2024)

3.4.2. Tratamientos

Tratamientos establecidos en la siguiente investigación:

Tabla 7. Tratamientos de estudio

| Tratamientos | Composición | Frecuencia de aplicación |
|--------------|--|-------------------------------|
| T1 | Champiñonaza 1000g/m ² | 45 días después de la siembra |
| T2 | Eco abonaza 1000g/m ² | 45 días después de la siembra |
| T3 | Vermicompost 1000g/m ² | 45 días después de la siembra |
| T4 | 33.33 g/m ² Champiñonaza , 33.33 g/m ² Eco abonaza- 33.33g/m ² Vermicompost | 45 días después de la siembra |
| T5 | Champiñonaza 1000g + F. Químico 50 g) / m ² | 45 días después de la siembra |
| T6 | Eco abonanza 1000g + F. Químico 50 g) / m ² | 45 días después de la siembra |
| T7 | Vermicompost 1000g + F. Químico + 50g/m ² | 45 días después de la siembra |
| T8 | Químico Triple 16-16-16 100 g/m ² | |

3.4.3. Características del diseño experimental

En esta investigación se utilizará un diseño completamente al azar (DBCA), formado por 8 tratamientos, incluyendo el testigo, y cuatro repeticiones, resultando en un total

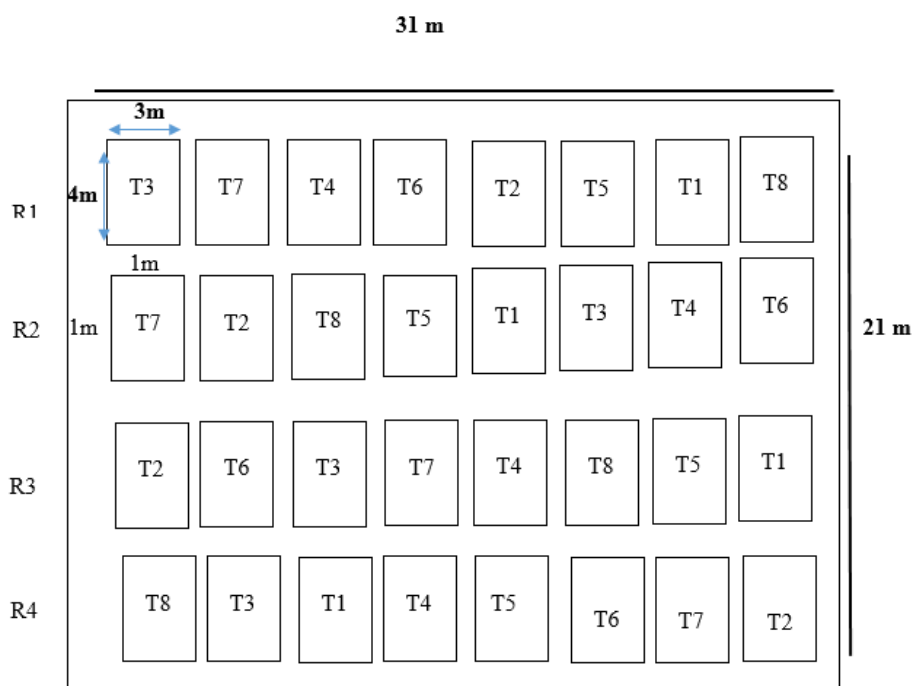
de 32 unidades experimentales, de las cuales se evaluarán 20 plantas en cada parcela neta.

Tabla 8. Características del diseño experimental

| Descripción | Valores |
|-----------------------------------|--------------------|
| Tratamientos | 8 |
| Repeticiones | 4 |
| Número de unidades experimentales | 32 |
| Área neta del experimento | 12 m ² |
| Área total de experimento | 651 m ² |
| Área de la parcela | 12 m ² |
| Distancia entre surco | 0.50 cm |
| Distancia entre plantas | 0.15 cm |
| Número total de plantas | 4992 |
| Número de plantas por parcela | 156 |
| Semilla por unidad | 1 |

3.4.4. Distribución y características del experimento

En esta investigación se utilizará un diseño completamente al azar (DBCA) en una superficie de 651 m². El estudio estará conformado por 8 tratamientos y 4 repeticiones, resultando en un total de 32 unidades experimentales, de 12 m² cada una.



3.4.5. Población y muestra en la investigación

Población: El área experimental de 32 unidades experimentales divididas en ocho tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, consistiendo en 156 plantas por parcela, lo que da un total de 4,992 plantas de ajo

Muestra: La muestra se obtendrá de cada parcela neta de las unidades experimentales, tomando en cuenta las 20 plantas del centro de cada tratamiento

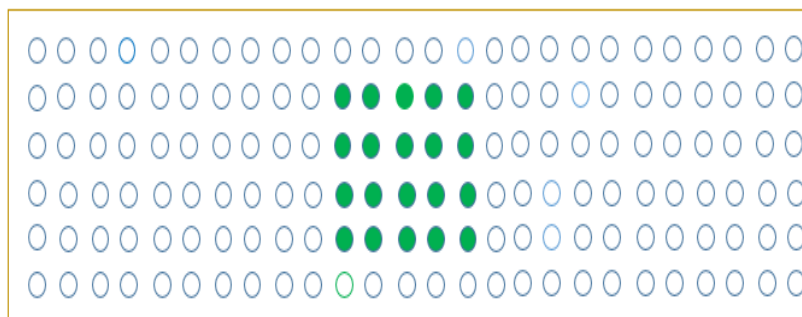


Figura 11. Muestra de la investigación

3.4.6. Procedimientos

- Preparación del Terreno

Se realizaron las siguientes labores culturales: el cruce de arado y el uso de una rastra, con el objetivo de obtener un suelo bien mullido y adecuado para la siembra.

- Preparación de la semilla

Se recomienda seleccionar bulbillos de tamaño grande y bien formados, asegurándose de que no presenten signos de enfermedades.

- Delimitación de parcelas

El área experimental se dividió en 32 unidades experimentales, con una dimensión de 4 m de largo por 3 m de ancho. Se establecieron 8 tratamientos, con sus respectivas repeticiones.

- Siembra

La siembra se realiza manualmente, colocando la semilla en el surco a una profundidad de al menos 5 cm. Es importante dejar una distancia de 15 cm entre cada planta, lo que resulta en un total de 4,992 plantas en el área experimental.

- Aporque

Esta actividad se realizó a los 45 días después de la siembra, aplicando una combinación de abonos orgánicos y químicos.

- Deshierbe

Esta actividad se realizó cada 15 días después de la siembra, de forma manual, para

evitar la presencia de malezas.

- Cosecha

Se realizó de forma manual y se espera que llegue a la madurez fisiológica, indicada por la presencia de hojas amarillentas que determinan el final de su ciclo.

3.4.7. Variables para evaluar

3.4.7.1. Altura de planta

Para la variable altura, se midió en centímetros desde el cuello hasta la hoja más larga con la ayuda de un flexómetro, a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. Cada parcela neta de 20 plantas por cada Tratamiento.

3.4.7.2. Número de hojas

Para la variable de número de hojas, se realizó manualmente a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. Cada parcela neta de 20 plantas. Por cada unidad experimental.

3.4.7.3. Diámetro del tallo

Para la variable de diámetro del tallo, se midió en milímetros utilizando un calibrador pie de rey a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra, en cada parcela neta de cada unidad experimental.

3.4.7.4. Diámetro de bulbos

Para la variable de diámetro de bulbos, se midió en centímetros utilizando un calibrador a los 180 días después de la cosecha en cada parcela neta de cada unidad experimental.

3.4.7.5. Rendimiento por Tratamiento

Para la variable de rendimiento, se contabilizó el número de bulbos de cada tratamiento utilizando una balanza a los 180 días después de la cosecha, de cada unidad experimental.

3.4.8. Análisis costo - beneficio

Se llevó a cabo un análisis de costo/beneficio en dólares, evaluando el rendimiento de cada tratamiento, las ventas del producto y los gastos asociados a cada tratamiento, una vez finalizado el experimento, que tuvo lugar a los 180 días después de la siembra.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

En el experimento se empleó un diseño (DBCA) de bloques completamente al azar que constó de 8 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 32 unidades experimentales. Se utilizó el programa estadístico R Studio para verificar los resultados de normalidad (prueba de Shapiro) y homogeneidad (prueba de Bartlett) para cada variable. Para las variables que cumplieron con estos requisitos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para identificar diferencias significativas entre los tratamientos y bloques.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de planta

En la tabla 9, se realiza el análisis de varianza (ANOVA) y se muestra que no encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre bloques y tratamientos en relación con la altura de planta a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. El promedio de altura de planta fue de 17.34 cm a los 45 días, 36.85 90 días, a los 135 días y 43.10 a los 180 días 55.71 después de la siembra. Dado que no hubo diferencias significativas, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se mantuvieron dentro de los rangos aceptables, por debajo del 15%.

Tabla 9. ANOVA para altura de planta

| Fuente | Grados de libertad | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 |
|--------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 45días | 90 días | 35días | 180días |
| | | P-Valor | P-Valor | P-Valor | P-Valor |
| Bloques | 3 | 0.349 | 0.117 | 0.340 | 0.1988 |
| Tratamientos | 7 | 0.451 | 0.247 | 0.285 | 0.0843 |
| Error | 21 | | | | |
| Total | 31 | | | | |
| Media (cm) | | 17.34 | 36.85 | 43.10 | 55.71 |
| C.V. (%) | | 11.91 | 2.97 | 5.75 | 7.17 |

Tabla 10. Tukey para altura de planta

| Altura de planta | | |
|------------------|-------|---|
| 2 | 58.80 | A |
| 1 | 57.58 | A |
| 8 | 56.92 | A |
| 4 | 56.61 | A |
| 3 | 56.46 | A |
| 6 | 51.96 | A |
| 7 | 51.96 | A |
| 5 | 51.80 | A |

4.1.2 Número de Hojas

En la tabla 10, se realiza el análisis de varianza (ANOVA) y se muestra que existe encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre bloques y tratamientos en relación con el número de hojas a 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. a los

135dds se encontraron diferencias significativas con un ($p>0.05$) entre bloques. El promedio del número de hojas fue de 3.028 a los 45 días, 5.037 90 días, 5.948 a los 135 días y 8 a los 180 días después de la siembra. Dado que no hubo diferencias significativas, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se mantuvieron dentro de los rangos aceptables, por debajo del 15%.

Tabla 11. ANOVA para número de hojas

| Fuente | Grados de libertad | # Hojas 1 | # Hojas 2 | # Hojas 3 | # Hojas 4 |
|----------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 45días | 90 días | 135días | 180días |
| | | P-Valor | P-Valor | P-Valor | P-Valor |
| Bloques | 3 | 0.540 | 0.579 | 0.017 * | 0.993 |
| Tratamientos | 7 | 0.966 | 0.543 | 0.263 | 0.151 |
| Error | 21 | | | | |
| Total | 31 | | | | |
| Media (#hojas) | | 3.028 | 5.037 | 5.948 | 8 |
| C.V. (%) | | 8.75 | 6.59 | 6.15 | 7.92 |

Tabla 12. Tukey para número de hojas

| Número de hojas | | |
|-----------------|------|---|
| 1 | 8.75 | A |
| 4 | 8.51 | A |
| 5 | 8.46 | A |
| 3 | 8.20 | A |
| 8 | 8.20 | A |
| 2 | 8.18 | A |
| 6 | 7.95 | A |
| 7 | 7.86 | A |

4.1.3. Diámetro del tallo

En la tabla 11, se presenta el análisis estadístico de varianza (ANOVA) se observaron diferencias notables ($p>0.05$) entre bloques a los 45, 135y 180 días después de la siembra. Dado que no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) entre bloques y tratamientos a los 90 días después de la siembra, El promedio del diámetro fue de 0.3541mm a los 45 días, 0.7034mm a los 90 días, 10.82mm a los 135 días y 12.25mm a los 180 días. No se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se mantuvieron dentro de los rangos aceptables, por debajo del 20%.

Tabla 13. ANOVA para diámetro de tallo

| Fuente | Grados de libertad | Diámetro de | Diámetro de | Diámetro de | Diámetro de |
|--------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | tallo 1 | tallo 2 | tallo 3 | de tallo 4 |
| | | 45días | 90 días | 135días | 180días |

| | | P-Valor | P-Valor | P-Valor | P-Valor |
|--------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Bloques | 3 | 0.00213** | 0.750 | 0.0207* | 0.0365* |
| Tratamientos | 7 | 0.99261 | 0.327 | 0.1062 | 0.0741 |
| Error | 21 | | | | |
| Total | 31 | | | | |
| Media (mm) | | 0.3541 | 0.7034 | 10.82 | 12.25 |
| C.V. (%) | | 11.65 | 17.98 | 19.86 | 12.97 |

Tabla 14. Tukey para diámetro de tallo

| Diámetro de tallo | | |
|--------------------------|-------|---|
| 2 | 10.47 | A |
| 6 | 9.65 | A |
| 8 | 8.72 | A |
| 3 | 8.23 | A |
| 1 | 6.09 | A |
| 5 | 5.59 | A |
| 7 | 5.46 | A |
| 4 | 5.32 | A |

4.1.4. Diámetro del bulbo después de la cosecha

En la tabla 12, se muestra el análisis de varianza (ANOVA) y no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre bloques y tratamientos con relación al peso total a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. El promedio con el peso total fue de 4.54 mm, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se encontraron dentro de los rangos aceptables.

Tabla 15. ANOVA para diámetro del bulbo después de la cosecha

| Fuente | Grados de libertad | Diámetro de bulbo 180días |
|---------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | P-Valor |
| Bloques | 3 | 0.187 |
| Tratamientos | 7 | 0.586 |
| Error | 21 | |
| Total | 31 | |
| Media (mm) | | 4.54 |
| C.V. (%) | | 17.77 |

Tabla 16. Tukey para diámetro del bulbo

| Diámetro del bulbo | | |
|---------------------------|------|---|
| 2 | 5.00 | A |
| 5 | 4.85 | A |
| 4 | 4.51 | A |
| 3 | 4.46 | A |
| 6 | 4.47 | A |
| 6 | 4.18 | A |
| 1 | 3.95 | A |
| 3 | 3.85 | A |

4.1.5. Rendimiento parcela neta

En la tabla 13, se muestra el análisis de varianza (ANOVA) y no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre bloques y tratamientos con relación al peso neto a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. El promedio con el rendimiento parcela neta fue de 45.61 kg, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se encontraron dentro de los rangos aceptables.

Tabla 17. ANOVA para el rendimiento parcela neta

| Fuente | Grados de libertad | Rendimiento parcela neta | |
|--------------|--------------------|--------------------------|---------|
| | | 180días | P-Valor |
| Bloques | 3 | | 0.343 |
| Tratamientos | 7 | | 0.537 |
| Error | 21 | | |
| Total | 31 | | |
| Media (kg) | | | 45.61 |
| C.V. (%) | | | 19.85 |

4.1.6. Rendimiento unidad experimental

En la tabla 14, se muestra el análisis de varianza (ANOVA) y no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre bloques y tratamientos con relación al rendimiento unidad experimental 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. El promedio con el peso total fue de 71.75 kg, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se encontraron dentro de los rangos aceptables.

Tabla 18. ANOVA para rendimiento unidad experimental

| Fuente | Grados de libertad | Rendimiento unidad experimental | |
|--------------|--------------------|---------------------------------|---------|
| | | 180días | P-Valor |
| Bloques | 3 | | 0.304 |
| Tratamientos | 7 | | 0.995 |
| Error | 21 | | |
| Total | 31 | | |
| Media (kg) | | | 71.75 |
| C.V. (%) | | | 15.10 |

4.1.7 Rendimiento por hectárea

En la tabla 15, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) y no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre bloques y tratamientos con relación al rendimiento a los 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra. El promedio con el

rendimiento fue de 12.000 kg, no se llevó a cabo la prueba de Tukey. Además, los valores del coeficiente de variación se encontraron dentro de los rangos aceptables.

Tabla15. ANOVA para rendimiento por hectárea

| Fuente | Grados de libertad | Rendimiento por hectárea |
|---------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | 180días |
| | | P-Valor |
| Bloques | 3 | 0.0382* |
| Tratamientos | 7 | 0.3931 |
| Error | 21 | |
| Total | 31 | |
| Media (kg) | | 12.000 |
| C.V. (%) | | 19.40 |

4.1.8. Análisis costo/beneficio

En la tabla 15 se muestra el análisis costo-beneficio de los tratamientos evaluados. El tratamiento 6 (Eco abonanza + QUÍMICO 1000GR + 50GR) obtuvo un beneficio de 0.71 dólares por cada dólar invertido. El tratamiento 3 (Vermicompost 1000gr/m²) ofrece un beneficio directo de 0.62 dólares por cada dólar invertido. Los tratamientos generan beneficios favorables, con valores que oscilan entre 0.12 y 0.61 dólares por cada dólar invertido.

Tabla 19. Análisis costo-beneficio

| Tratamientos | Rendimiento kg / hectárea | Valor de la Producción USD/(Kg) | Ingreso Venta (USD) | Costo/Tratamiento (USD) | Costo Beneficio (USD) | Beneficio Directo (USD) |
|--|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| T1 Champiñonaza 1000 g /m ² | 6.241 | 3 | 19.323 | 16.241 | 1,61 | 0,61 |
| T2 Eco Abonaza 1000g /m ² | 5.897 | 3 | 17.691 | 16.241 | 1,52 | 0,52 |
| T3 Vermicompost 1000 g/m ² | 6.257 | 3 | 18.771 | 16.175 | 1,62 | 0,62 |
| T4 33.33 g/m ² Champiñonaza , 33.33 g/m ² Eco abonaza- 33.33gr/m ² Vermicompost | 5.481 | 3 | 16.443 | 19.460 | 1,18 | 0,18 |
| T5 Champiñonaza1000 g + Químico+ 50 g) / m ² | 5.832 | 3 | 17.496 | 17.041 | 1,44 | 0,44 |
| T6 Eco abonanza 1000 g + Químico + 50g m ² | 6.932 | 3 | 20.796 | 17.041 | 1,71 | 0,71 |
| T7 Verimicompos 1000 g+ Químico + 50g m ² | 6.312 | 3 | 18.936 | 17.041 | 1,56 | 0,56 |
| T8 Químico Triple 16-16-16 100 g/m ² | 4.722 | 3 | 14.166 | 17.633 | 1,12 | 0,12 |

4.2. DISCUSIÓN

En el estudio de Montenegro (2018), sobre la respuesta adecuada de tres frecuencias de aplicación de abonos orgánicos en el cultivo *Allium sativum*, se determinó que el tratamiento T3 (Eco Abonanza, 40 días después de la siembra, 100 g) fue el que obtuvo mejores resultados. Este tratamiento logró una altura de planta de 26.67 cm, un diámetro del tallo de 10.67 mm, un peso del bulbo de 67.67 gramos y un ingreso de venta de \$15,564.27. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost, Eco Abonanza) y el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, los resultados obtenidos incluyeron una altura de planta de 55.71 cm, un diámetro del tallo de 12.25 mm y un peso del bulbo de 71.75 gramos.

En la investigación realizada por Fuertes (2018), sobre la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en las dos variedades en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L), se encontró que el tratamiento T2 (Vermicompost 20g + peruano) fue el más efectivo. Este tratamiento logró una altura de planta de 32.04 cm, un diámetro del tallo de 4.58 mm y un rendimiento de 5.791 kg/ha. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost y Eco Abonanza) junto con el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, los resultados mostraron una altura de planta de 55.71 cm, un diámetro del tallo de 12.25 mm y un rendimiento de 6.392 kg/ha.

En el estudio realizado por Díaz (2022), sobre la evaluación de abonos orgánicos y micorrizas en la productividad del cultivo de apio (*Apium graveolens*), se encontró que el mejor tratamiento fue T1 (vermicompost 200 g), alcanzando una altura de planta de 39.35 cm y un costo-beneficio de \$1.64. En cuanto al diámetro del tallo, el mejor tratamiento fue T4 (vermicompost 200 g + micorrizas), con un promedio de 8.55 mm. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost y Eco Abonanza) junto con el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, los resultados mostraron una altura de planta de 32.04 cm y un diámetro del tallo de 12.25 mm. El mejor tratamiento en términos de costo-beneficio fue T3 (Vermicompost 1000 g/m²), con un costo de \$1.62.

En el estudio realizado por Román (2021), sobre la evaluación de tres fertilizantes orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba* L), se determinó

que el mejor tratamiento fue T1 (vermicompost 6,250g), alcanzando una altura de planta de 76.34 cm en la variedad semiverde. En términos de rendimiento, el mejor tratamiento fue T3 (vermicompost 50% + biol 50%), con una producción de 4.316 kg/ha. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost y Eco Abonanza) junto con el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, se registró una altura de planta de 55.71 cm. En cuanto al rendimiento, el mejor tratamiento fue T6 (Eco Abonanza + Químico 1000 g + 50 g), alcanzando 6.932 kg/ha. Estos resultados sugieren que el uso de vermicompost, tanto en forma pura como combinado con otros abonos, puede ser altamente eficaz para mejorar la altura de las plantas y la producción. Además, las condiciones específicas de cada investigación pueden influir en los resultados obtenidos.

En el estudio realizado por Rumipamba (2021), sobre la evaluación de tres tipos de abonos orgánicos a tres dosis en el comportamiento agronómico de la arveja (*Pisum sativum*), se determinó que el mejor tratamiento fue T1 (Eco Abonanza 1500g), alcanzando una altura de planta de 54.33 cm. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost y Eco Abonanza) junto con el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, se obtuvo una altura de planta de 55.71 cm. Estos resultados sugieren que, independientemente del tipo de abono utilizado, los abonos orgánicos pueden ser efectivos para mejorar el comportamiento agronómico y favorecer el desarrollo de las plantas.

En el estudio realizado por Huanacuni et al. (2023), sobre el efecto de tres sustratos y fuentes orgánicas en la morfología del ajo (*Allium sativum*), se determinó que el mejor tratamiento fue T1 (tierra agrícola 50g con vermicompost 50g), alcanzando una altura de 55.14 cm. En cuanto al número de hojas, no se observó una diferencia significativa. En contraste, la presente investigación utilizó diferentes tipos de abonos orgánicos (Champiñonaza, Vermicompost y Eco Abonanza) junto con el fertilizante químico Triple 16-16-16. Aunque no se observaron diferencias significativas, se registró una altura de planta de 55.71 cm y un número de hojas de 8. Estos resultados evidencian que el uso adecuado de abonos orgánicos puede mejorar tanto el crecimiento como el desarrollo del ajo, sugiriendo su potencial para optimizar la producción de este cultivo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que ningún tipo de abono orgánico generó diferencias significativas en las variables evaluadas. Sin embargo, las variables agronómicas, como la altura de la planta, presentaron una media de 55.71 cm, un promedio de 8 hojas y un diámetro del tallo de 12.25 mm. De igual manera, no se observaron diferencias significativas en la variable de rendimiento.
- Se determinó que la interacción entre abonos orgánicos y fertilización química no generó diferencias significativas en las variables agronómicas evaluadas. Sin embargo, el tratamiento T6 (Eco Abonaza 1000 g + Químico 50 g) mostró los mejores resultados, alcanzando una altura promedio de 55.71 cm, un número promedio de 8 hojas y un diámetro de tallo de 12.25 mm. En cuanto al rendimiento, este tratamiento logró una producción de 12,000 kg por hectárea.
- Se determinó que todos los tratamientos generan un beneficio directo el tratamiento T6 (Eco Abonanza 1000g + Químico + 50g), con un valor de \$0.71. De igual manera, el tratamiento T3 (Vermicompost 1000 g/m²) con \$0.62. Además, los demás tratamientos también generaron un beneficio directo favorable, oscilando entre \$0.12 y \$0.61.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es esencial realizar una selección de semillas certificadas que se adapten a las condiciones climáticas de cada zona para asegurar una siembra exitosa.
- Es importante realizar una adecuada desinfección del suelo para asegurar que esté libre de patógenos antes de la siembra. Adicionalmente, se recomienda llevar a cabo la siembra en suelos que no hayan sido previamente cultivados con ajo, para evitar problemas de monocultivo y asegurar una producción saludable.
- Implementar un control de malezas eficiente mediante el uso de herbicidas selectivos, como Linurex, complementado con prácticas culturales. Esto permitirá reducir los costos asociados a la mano de obra.

- Optimizar la densidad de siembra para prevenir la competencia entre las plantas y maximizar el rendimiento del cultivo. Esto puede lograrse estableciendo un espaciamiento preciso de 30 cm entre surcos y 10 cm entre plantas, sembrando en doble hilera para aprovechar al máximo el suelo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu Cruz, E. O., Liriano González, R., Aquino Arencibia, A., & Pérez Ramos, J. (2021). Efecto del producto QuitoMax sobre el rendimiento de ajo. *Centro Agrícola*, 48 (2), 47-56. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000200047&lng=es&tlng=es.
- Alcaraz E.C. Mallo, C.A. & Nitiu, D.S. (2023) Revisión bibliográfica de *Allium sativum* (Amaryllidaceae) como importante inhibidor del desarrollo microbiano y fúngico. *Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica*, 58(3). <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n3.40191>
- Alvarado, C. (2023). *Comportamiento agronómico de ajo, bajo tres dosis de biol en condiciones de riego por goteo*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. El triunfo-Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20CUJI%20JACKSON%20ADOLFO.pdf>
- Álvarez Pinedo, A., Hernández González, D. A., Martínez Balmori, D., Fernández Chuairey, L., Castro Lizazo, I., Portuondo Farías, L. & Izquierdo Oviedo, H. (2023). Efecto de las estaciones y métodos de siembra sobre la productividad del ajo. *Revista de Ciencias Técnicas Agrícolas*, 32 (2), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542023000200006&lng=es&tlng=es.
- Avilés, Lucrecia, G., A., Navarro, L. & Canon, S. (2022). Calidad del suelo en el cultivo de ajo en transición agroecológica en Río Negro, Argentina. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 14 (1), 3-15. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2021.04.065>
- Camacho Luna, V., Flores Moctezuma, H. E., Rodríguez Monroy, M., Montes Belmont, R., & Sepúlveda Jiménez, G. (2021). Inducción de la respuesta de defensa de plantas de cebolla en la interacción con *Trichoderma asperellum* y *Alternaria porri*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (4), 685-698. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2683>
- Carbajal, N. (2019). Termoterapia y cultivo in vitro de ajo (*allium sativum* L.) para la eliminación del virus del enanismo amarillo de la cebolla. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/15790/1/1080289857.pdf>
- Cárdenas Velázquez, B., Escalante Estrada, J. Salvador, A. & Rodríguez González, M. (2019). Biomasa, índice de cosecha, rendimiento y radiación interceptada en ajo en función del nitrógeno, en clima templado. *Terra Latinoamericana*, 37 (3), 223-230. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i3.424>

- Carhuaricra E, Karina, Olivera S, Julio, Gonzales A, Javier, & Rodríguez L, Juan. (2022). Introducción y multiplicación in vitro de la variedad de ajo Morado Barranquino. *Revista Peruana de Biología*, 19 (3), 341-344. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000300017&lng=es&tlng=es.
- Castro, F. (2021) *Ajo rosa una variedad que cumple con las necesidades de cultivo*. <https://www.josebernad.com/el-ajo-allium-sativum/>
- Espinoza Téllez, T.M. & Quevedo, R. (2019). Contenidos químicos y nutricionales del ajo y sus beneficios para la salud. Researchgate https://www.researchgate.net/publication/358468759_CONTENTIDOS_QUIMICOS_Y_NUTRICIONALES_DEL_AJO_Y_SUS_BENEFICIOS_PARA_LA_SALUD
- Estrada, A. (2022). *Efecto de la aplicación de biofertilizante a base de estiércol bovino enriquecido con polvo de roca en el cultivo de ajo (Allium Sativum L.), en el Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi], Tulcán-Ecuador. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1678/1/440-%20ESTRADA%20PUETATE%20ADRIAN%20ALEXANDER.pdf>
- Filippini, M. Abril, A. Cony, M. Venier, M. Noe. L. Cónsoli, D. Vallone, R (2020). *Aplicación de abonos orgánicos y químicos en un cultivo de ajo blanco (Allium sativum L.) regado con efluentes tratados*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cuyo], Cuyo-Argentina. <https://www.ina.gov.ar/archivos/pdf/CRA-IVFERTI/CRA-RYD-18-Filipini.pdf>
- García Cabrera, J., Castro Piguave, C. A. & Moreno Mera, G. M. (2021). Estudio de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (Zea mays.), en una comuna. *Revista Alfa de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5 (14), 145-152. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.105>
- Gómez Marroquín, M. R., Torres Jiménez, D. M., Cruz Castiblanco, G. N., Hernández Guzmán, A. K., Kobayashi, S., & Villarreal, A. del P. (2021). Physical methods to reduce the inoculum of *Sclerotium cepivorum* in purple garlic seed (*Allium sativum* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), 460-472. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.46042>
- Gómez Santos, A. A., Orozco, J., & Atencio Valdespino, R. (2024). Trips (Insecta: Thysanoptera) asociados a cebolla, lechuga, chile dulce y malezas asociadas en El Zamorano, Honduras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1), 155-178. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_numero1_art:3447
- González Fuentes, J. A., Lozano Cavazos, C. J., Preciado Rangel, R., Troyo Diéguez, E., Rojas Duarte, A., & Rodríguez-Ortiz, J. C. (2021). Fertilización orgánica versus convencional sobre el rendimiento, atributos morfológicos y calidad del fruto de tomates uva en un sistema de subirrigación sin recirculación. *Terra Latinoamericana*, 39(5). <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>
- Granados, E. (2020). *El Manejo agroecológico de la polilla guatemalteca Tecia solanivora (Polovny) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el cultivo de la papa en*

Suramérica. [Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona], Pamplona-España. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6181/1/Granados_2020_TG.pdf

Heredia, R. (2020) *Ajo blanco dentro de los cultivos más demandados*. El pino. <https://fuenteelpino.com/ajo-blanco/Castro>

Huanacuni Ajrota, V. C., Villanueva Pedraza, E., & Foraquita Quispe, M. (2023). Efecto de tres sustratos y fuentes orgánicas en la morfología del ajo (*Allium sativum*) en la Comunidad de Puñutani, Región Puno. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(2), 39–47. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i2.197>

Hurtado, J. (2022). *Ajo rojo de Nubia: joya de Sicilia protagonista del pesto alla trapanese*. <https://www.firstonline.info/es/El-ajo-rojo-de-Nubia%2C-joya-de-Sicilia%2C-protagonista-del-pesto-a-la-trapani/>

Macías Valdez, L. M., Maciel Pérez, L. H., Cruz Vázquez, A., Galindo Reyes, M. A. & Domínguez López, R. F. (2021). Orión: nueva variedad de ajo para la zona centro-norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (1), 163-170. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2206>

Macias, C. (28 de noviembre de 2021). *La historia del ajo, el alimento que condicionó las clases sociales*. El confidencial. https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2021-11-28/historia-ajo-alimento-condiciono-clases-sociales_3331922/

Mantilla, S. (2023). *Bulbo del ajo como un alimento y condimento en la alimentación*. https://es.123rf.com/photo_23451953_bulbo-del-ajo-con-las-ra%C3%ADces-aisladas-sobre-fondo-blanco-recorte.html

Mestanza Uquillas C. A., Véliz Zamora D. V., Icaza Franco L. I., Vásquez Matute S. C. (2021). Efecto de la asociación de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.) en la producción de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) durante la etapa de plántula. *Ciencia Y Tecnología*, 14(2), 9–16. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.497>

Ministerio de relaciones exteriores (2021). *Informe de mercado del ajo – Ecuador*. Promendoza. <https://www.promendoza.com/wp-content/uploads/2022/12/Ecuador-ajo-2022.pdf>

Montenegro, O. (2018). *Respuesta del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) a tres frecuencias de aplicación de abonos orgánicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo], Babahoyo-Ecuador. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3203/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000063.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Pallo, P. (2024). *Evaluación de productos alternativos para la prevención de pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) en la producción de ajo (*Allium sativum* L.) bajo cubierta en la granja Experimental Querochaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato], Ambato-Ecuador.

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41070/1/094%20Agronom%
%c3%ada%20-%20Pallo%20Silva%20Pamela%20Sabrina.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41070/1/094%20Agronom%c3%ada%20-%20Pallo%20Silva%20Pamela%20Sabrina.pdf)

- Pérez, T. (2020). *Las hojas en el cultivo del ajo*. <https://pixabay.com/es/photos/hojas-de-ajo-silvestre-ajo-silvestre-1378010/>
- Prato Sarmiento A.I. (2019). Evaluación financiera de ajo (*Allium sativum* L.) morado nacional y peruano en el altiplano cundiboyacense, Colombia. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(1):43-53. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a05.pdf>
- Pupo Feria, C., González Ramírez, G., Carmenate Figueredo, O., Peña Molina, L., Pérez Lemes, V., & Rodríguez Obrador, E. (2018). Respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia Las Tunas, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37 (4), 57-66.
- Ramírez Gerardo, M. G., Vázquez Villegas, S., Méndez Gómez, G. I., & Mejía Carranza, J. (2021). Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México. *CienciaUAT*, 16(1), 150-161. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i1.1518>
- Ramírez, C. (2019). *Tallo del ajo*. Gastronomía VASCA. <https://www.gastronomiavasca.net/es/gastro/glossary/tallos-de-ajo>
- Revisión bibliográfica de *Allium sativum* (Amaryllidaceae) como importante inhibidor del desarrollo microbiano y fúngico. (2023). *Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica*, 58(3). <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n3.40191>
- Rizada, A. (2018). *La semilla de ajo y su importancia sobre el desarrollo del cultivo*. <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-semilla-del-ajo-y-de-las-pimientas-image79248634>
- Rodas, R. (2023). *Ajo. Elfer*. <https://www.dasaelfer.com/index.php/hortícolas/ajo>
- Saz Peiro, P. & Tejero Lainez, M.C. (2020). El ajo. *allium sativum*. *Revista Medicina Naturista*, 14(1), 55-78. I.S.S.N.: 1576-3080
- Vega, Camilo A., Torres Bazurto, J., Barrientos Fuentes, J. C., Magnitskiy, Stanislav, & Balaguera López, H. E. (2021). Efecto de la fertilización y poda orgánica sobre el rendimiento del cacao en Cundinamarca, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 24 (2), 134-149. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1818>
- Zapata Narváez, Y.A., & Gómez Marroquín, M.R. (2022). Control de *Sclerotium cepivorum* y promoción del crecimiento en ajo (*Allium sativum*) con microorganismos antagonistas. *Agronomía Mesoamericana*, 33 (2), 464-462. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.46462>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI


FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

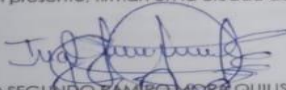
| | |
|--|---|
| ESTUDIANTE: SANCHEZ DELGADO MARCIA VIVIANA | CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401843198 |
| PERIODO ACADÉMICO: 2025A | |
| PRESIDENTE TRIBUNAL: PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL | DOCENTE TUTOR: MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI |
| DOCENTE: MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO | |
| TEMA DEL TIC: "Evaluación de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo de ajo (Allium sativum) en el centro experimental San Francisco de la UPEC." | |

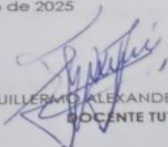
| No. | CATEGORÍA | Evaluación cuantitativa | OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES |
|-----|---|-------------------------|---|
| 1 | PROBLEMA - OBJETIVOS | 7.00 | Modificar el objetivo específico para que se ajuste a los estudios realizados |
| 2 | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 7.00 | Argumentar mejor los factores de estudio |
| 3 | METODOLOGÍA | 7.00 | Mejorar la explicación de los métodos aplicados |
| 4 | RESULTADOS | 7.00 | Revisar las tablas de costos en los resultados y revisar las unidades en las que se presentan los valores |
| 5 | DISCUSIÓN | 7.00 | Mejorar la discusión para cada variable evaluada |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 7.00 | Revisar las conclusiones y recomendaciones del ensayo |
| 7 | DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL | 7.00 | Mejorar la presentación y el vocabulario profesional |
| 8 | FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | 7.00 | Revisar normas de redacción, faltas de ortografía y formato |

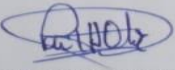
Obtendí una nota de: **7.00** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 10 de marzo de 2025**


PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI
DOCENTE TUTOR


MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND
NATIVE LANGUAGES CENTER

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET | | | | |
|---|--|---|--|---|
| NAME: Sánchez Delgado Marcia Viviana DATE: Martes, 25 de marzo de 2025 Topic: "Evaluación de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i>) en el centro experimental San Francisco de la UPEC." MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE | | | | |
| VOCABULARY AND WORD USE | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| WRITING COHESION | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. | Some progression of ideas and supporting paragraphs. | Inadequate ideas and supporting paragraphs. |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| ARGUMENT | The message has been communicated very well and identify the type of text | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| CREATIVITY | Outstanding flow of ideas and events | Good flow of ideas and events | Average flow of ideas and events | Poor flow of ideas and events |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| SCIENTIFIC SUSTAINABILITY | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement | Minor errors when supporting the thesis statement | Some errors when supporting the thesis statement | Lots of errors when supporting the thesis statement |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| TOTAL/AVERAGE | 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED | | TOTAL 9 | |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Sánchez Delgado Marcia Viviana

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 24 de marzo de 2025

Fecha de entrega del informe: Martes, 25 de marzo de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Costos de producción

Tabla 16. Costos de producción por hectárea

| Sistema: Área : 651 m ² Materiales | Centro Experimental San Francisco | | | UPEC |
|---|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|
| | Unidades | Semi-tecnificado Mano de obra Medida | Lugar Responsable Costo unitario | Viviana Sánchez Costo total |
| Arado y rastra | 1 | Unidad | 30 | 30 |
| Preparación del Terreno | 2 | Jornal | 15 | 30 |
| Surcado y siembra | 5 | Jornal | 15 | 75 |
| Aporque | 5 | Jornal | 15 | 75 |
| Desyerba | 2 | Jornal | 15 | 30 |
| Subtotal | | | | 240 |
| INSUMOS AGRICOLAS | | | | |
| Semilla | 608 | Unidad | 70 | 70 |
| Cal | 2 | Kilogramos | 4 | 8 |
| Champiñonaza | 1 | Kilogramos | 7 | 7 |
| Eco Abona | 1 | Kilogramos | 7 | 7 |
| Vermicompost | 1 | Kilogramos | 7 | 7 |
| Triple 15-15-15 | 1 | Kilogramos | 54,9 | 54,9 |
| Antor | 4 | Gramos | 3 | 12 |
| Score | 1 | Gramos | 9,2 | 9,2 |
| Fitoras | 2 | Centímetros | 8,8 | 17,6 |
| Subtotal | | | | 192,7 |
| MATERIALES | | | | |
| Cabuya | 1 | Cono | 4 | 4 |
| Estacas | 144 | Unidad | 0,25 | 36 |
| Leteros | 32 | Unidad | 0,25 | 8 |
| Subtotal | | | | 48 |
| ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de suelo | 1 | Unidad | 30 | 30 |
| Subtotal | | | | 30 |
| Costo Total | | | | 510,7 |

Anexo 4. Análisis de suelo



LABORIOS NORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| | | | |
|--|--|---|--|
| DATOS DE PROPIETARIO Nombre: GUILLERMO JÁCOME SARCHI Ciudad: Huaca Teléfono: 0982501591 Fax: | | DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Sitio: Centro Experimental UPEC | |
| DATOS DEL LOTE Sitio: Centro Experimental UPEC Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar: | | DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11762 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: 2023-12-27 Fecha de Reporte: 2024-01-04 | |

| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION |
|--------------------|--------|------------|----------------|
| N | 43.75 | ppm | |
| P | 9.57 | ppm | |
| S | 10.00 | ppm | |
| K | 0.32 | meq/100 ml | |
| Ca | 8.27 | meq/100 ml | |
| Mg | 0.82 | meq/100 ml | |
| Zn | 3.08 | ppm | |
| Cu | 0.87 | ppm | |
| Fe | 191.36 | ppm | |
| Mn | 2.81 | ppm | |
| B | 0.32 | ppm | |
| pH | 5.05 | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | |
| Al | | meq/100 ml | |
| Na | | meq/100 ml | |
| Ce | 0.160 | mS/cm | |
| MO | 14.50 | % | |

| Ca | Mg | Ca+Mg (meq/100ml) | % | ppm | (%) | Clase Textural | | | |
|-------|------|-------------------|-----------|-------|-----|----------------|-------|---------|----------------|
| Mg | K | K | Sum Bases | N Tot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | |
| 10.09 | 2.56 | 28.41 | 9.41 | | | 53.20 | 36.00 | 10.80 | Franco arenoso |

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
 Responsable Laboratorio *Edison M. Miño M.*



Anexo 5. Procedimiento experimental



Figura 12. Preparación del terreno



Figura 13. División de parcelas



Figura 14. Abonos utilizados



Figura 15. Aplicaciones de abonos



Figura 16. Fertilización



Figura 17. Toma de Datos



Figura 18. Cosecha



Figura 19. Dientes

Anexo 6. Costos de producción por hectárea

| Tratamientos | Rendimiento Kg | Valor de producción (Kg) | Ingreso venta | Costo por Tratamiento | Costo beneficio | Beneficio directo |
|--------------|----------------|--------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| T1 | 6.241 | 3 | 19.323 | 16.241 | 1,61 | 0,61 |
| T2 | 5.897 | 3 | 17.691 | 16.241 | 1,52 | 0,52 |
| T3 | 6.257 | 3 | 18.771 | 16.175 | 1,62 | 0,62 |
| T4 | 5.481 | 3 | 16.443 | 19.460 | 1,18 | 0,18 |
| T5 | 5.832 | 3 | 17.496 | 17.041 | 1,44 | 0,44 |
| T6 | 6.932 | 3 | 20.796 | 17.041 | 1,71 | 0,71 |
| T7 | 6.312 | 3 | 18.936 | 17.041 | 1,56 | 0,56 |
| T8 | 4.722 | 3 | 14.166 | 17.041 | 1,12 | 0,12 |

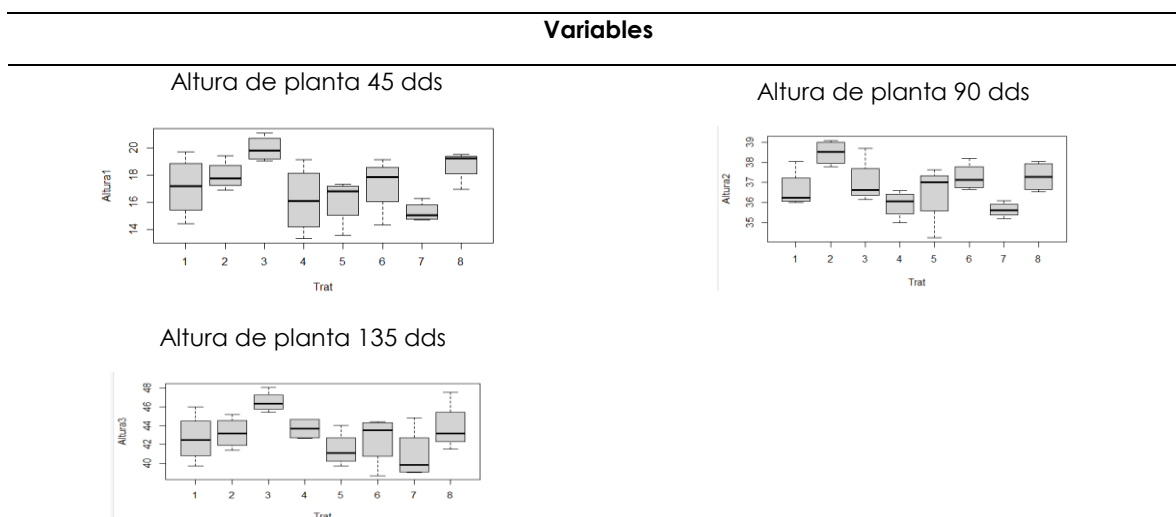
Anexo 7. Normalidad y Homogeneidad de varianzas

| Variable | NORMALIDAD Prueba de Shapiro | | HOMOGENEIDAD DE VARIANZA Prueba de Bartlett | |
|-------------------------------|---------------------------------|----|---|----|
| | SI | NO | SI | NO |
| Altura de planta 1 (45dds) | 0.0766 | | 0.4424 | |
| Altura de planta 2 (90 dds) | 0.3434 | | 0.4953 | |
| Altura de planta 3 (135 dds) | 0.9947 | | 0.7401 | |
| Altura de planta 4 (180 dds) | 0.438 | | 0.9273 | |
| Número de hojas 1 (45 dds) | 0.8814 | | 0.9224 | |
| Número de hojas 2 (90 dds) | 0.388 | | 0.562 | |
| Número de hojas 3 (135 dds) | 0.1434 | | 0.06778 | |
| Número de hojas 4 (180 dds) | 0.02796 | | 0.5336 | |
| Diámetro de tallo 1 (45 dds) | 0.09669 | | 0.7628 | |
| Diámetro de tallo 2 (90 dds) | 0.8679 | | 0.9477 | |
| Diámetro de tallo 3 (135 dds) | 0.4482 | | 0.4149 | |
| Diámetro de tallo 4 (180 dds) | 0.4808 | | 0.8067 | |
| Diámetro de tallo (180 dds) | 0.259 | | 0.08289 | |
| Diámetro del bulbo (180 dds) | 0.5062 | | 0.9863 | |
| Peso neto(180 dds) | 0.2547 | | 0.6491 | |
| Peso Total (180 dds) | 0.766 | | 0.97 | |
| Rendimiento (180 dds) | 0.2567 | | 0.110 | |

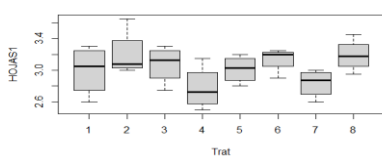
Nota. dds: días después de la siembra. Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 . Boxplot las variables analizadas

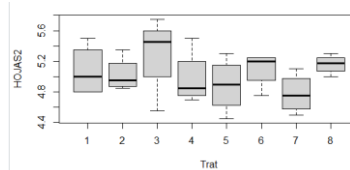
Tabla 17. Normalidad y homogeneidad de varianzas



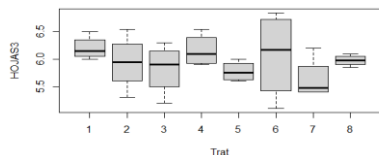
Número de hojas 45 dds



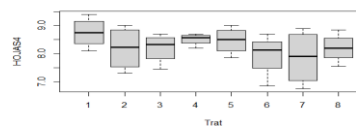
Número de hojas 90 dds



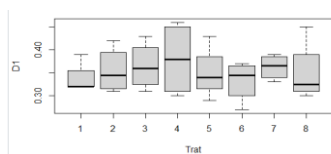
Número de hojas 135 dds



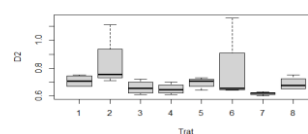
Número de hojas 180 dds



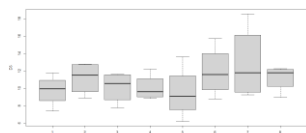
Diámetro de tallo 45 dds



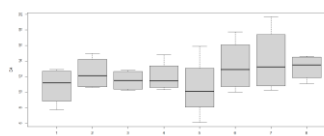
Diámetro de tallo 90 dds



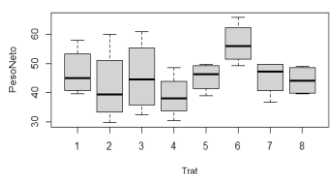
Diámetro de tallo 135 dds



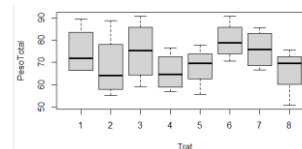
Diámetro de tallo 180 dds



Parcela Neta 180 dds



Peso Total 180 dds



Anexo 9. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA

```
###DBCA
```

```
# Subir base de datos
```

```
dbca=read.delim("clipboard")
```

```
attach(dbca)
```

```
str(dbca)
```

```
summary(dbca)
```

```
boxplot(PesoNeto~ Trat)

mod1= aov (PesoNeto~ Bloq + Trat)

shapiro.test(residuals(mod1)) #p-value = 0.5155 mayor 0,05

bartlett.test(PesoNeto ~ Trat) # p-value = 0.594 mayor 0,05

BLOQUES

# Trat p-value = 1.135 mayor a 0,05 NO HAY DIFERENCIA ENTRE TRATAMIENTOS

cv.model(mod1) # 24,59

library(agricolae)

HSD.test(mod1, "Trat", console=T)

B=HSD.test(mod1, "Trat", console=T)

bar.group(B$groups,ylim=c(0,593), col=2:9, ylab="Peso"
          ,main="Peso")

box()
```