



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DEL
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea Mays* L.). CON LA APLICACIÓN
DE UN ABONO FOLIAR CON AMINOÁCIDOS EN EL
CANTÓN NARANJAL**

AUTOR

SÁNCHEZ GORDON BRYAN HERLYN

TUTORA

ING. LASCANO MONTES ARIANA, M.Sc.

NARANJAL, ECUADOR

2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. LASCANO MONTES ARIANA, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EFECTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea Mays* L.). CON LA APLICACIÓN DE UN ABONO FOLIAR CON AMINOÁCIDOS EN EL CANTÓN NARANJAL”, realizado por el estudiante SÁNCHEZ GORDON BRYAN HERLYN; con cédula de identidad N° 0951180066 de la carrera AGRONOMÍA Unidad Académica Extensión Programa Regional de Enseñanza “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Naranjal, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. LASCANO MONTES ARIANA, M.Sc

Naranjal, 13 de marzo del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea Mays* L.). CON LA APLICACIÓN DE UN ABONO FOLIAR CON AMINOÁCIDOS EN EL CANTÓN NARANJAL”, realizado por el estudiante SÁNCHEZ GORDON BRYAN HERLYN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. Fernando Martínez Alcívar, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. Luis Raffo Folleco, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. Cristian Flores Cadena, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. Ariana Lascano Montes, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Naranjal, 13 de marzo del 2025

DEDICATORIA

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

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

AGRADECIMIENTO

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

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

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, SÁNCHEZ GORDON BRYAN HERLYN, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “EFECTO EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea Mays* L.). CON LA APLICACIÓN DE UN ABONO FOLIAR CON AMINOÁCIDOS EN EL CANTÓN NARANJAL”, para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Naranjal, 13 de marzo del 2025

SÁNCHEZ GORDON BRYAN HERLYN

C.I. 0951180066

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evaluó el efecto en el desarrollo productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos. El estudio se realizó mediante un diseño experimental que incluyó cuatro tratamientos: T1 (Fertilizante + aminoácidos 1L), T2 (Fertilizante + aminoácidos 0.5L), T3 (Fertilizante + aminoácidos 0.3L) y T4 (Testigo convencional NPK 50 kg). Se evaluaron variables agronómicas clave incluyendo altura de planta, número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, peso de 100 granos y rendimiento por hectárea. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, donde T1 (1L) presentó los mejores resultados en todas las variables evaluadas: altura de planta (2.41 m), número de mazorcas por planta (2.00), longitud de mazorca (19.13 cm), peso de 100 granos (38.13 g) y rendimiento (7807.50 kg/ha). El análisis económico determinó que el T1 obtuvo la mejor relación beneficio/costo con 2.35, seguido por T2 (2.09), T3 (1.83) y T4 (1.68). Este resultado indica que, a pesar del mayor costo inicial del fertilizante enriquecido con aminoácidos, su aplicación resulta económicamente viable debido al incremento significativo en el rendimiento. La investigación concluye que la aplicación de fertilizante foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos en dosis de 1L representa una alternativa efectiva para optimizar la producción de maíz, mejorando tanto los parámetros agronómicos como la rentabilidad del cultivo. Se recomienda implementar esta dosis en la producción comercial de maíz y realizar investigaciones adicionales para evaluar su efectividad en diferentes condiciones agroecológicas.

Palabras clave: *Aminoácidos, fertilización, foliar, maíz, rendimiento.*

ABSTRACT

The present research work evaluated the effect on the productive development of maize (*Zea mays* L.) with the application of an inorganic foliar fertilizer enriched with amino acids. The study was conducted using an experimental design that included four treatments: T1 (fertilizer + amino acids 1L), T2 (fertilizer + amino acids 0.5L), T3 (fertilizer + amino acids 0.3L) and T4 (conventional control NPK 50 kg). Key agronomic variables were evaluated including plant height, number of cobs per plant, length of cobs, weight of 100 grains and yield per hectare. The results showed highly significant differences between treatments, where T1 (1L) presented the best results in all evaluated variables: plant height (2.41 m), number of cobs per plant (2.00), length of cobs (19.13 cm), weight of 100 grains (38.13 g) and yield (7807.50 kg/ha). Economic analysis determined that T1 obtained the best benefit/cost ratio with 2.35, followed by T2 (2.09), T3 (1.83), and T4 (1.68). This result indicates that, despite the higher initial cost of the amino acid-enriched fertilizer, its application is economically viable due to the significant increase in yield. The research concludes that the application of inorganic leaf fertilizer enriched with amino acids in doses of 1L represents an effective alternative to optimize maize production, improving both agronomic parameters and crop profitability. It is recommended to implement this dose in commercial maize production and to conduct additional research to evaluate its effectiveness under different agro-ecological conditions.

Keywords: *Amino acids, fertilization, foliar, corn, yield.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes del problema.....	11
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	11
1.3 Justificación de la investigación.....	12
1.4 Delimitación de la investigación.....	12
1.5 Objetivo general.....	12
1.6 Objetivos específicos	12
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	13
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Estado del arte.....	14
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	16
2.3 Marco legal.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Enfoque de la investigación.....	24
3.2 Metodología.....	25
4. RESULTADOS.....	29
5. DISCUSIÓN.....	35
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS.....	42
APÉNDICES.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Operacionalización de las variables	25
Anexo N° 2: Tabla 2. Tratamientos	25
Anexo N° 3: Tabla 3. Diseño del análisis de la varianza	26
Anexo N° 4: Tabla 4. Presupuesto del estudio	26
Anexo N° 5: Tabla 5. Descripción de las parcelas experimentales	28
Anexo N° 6: Tabla 6. Altura de la planta (m)	29
Anexo N° 7: Tabla 7. Mazorcas por planta (n).....	30
Anexo N° 8: Tabla 8. Longitud de la mazorca (cm):.....	31
Anexo N° 9: Tabla 9. Peso de 100 granos (gr):.....	32
Anexo N° 10: Tabla 10. Rendimiento (kg/ha).....	33
Anexo N° 11: Tabla 11. Análisis económico del cultivo de Maíz.	34
Anexo N° 12: Figura 1. Croquis del estudio	42
Anexo N° 13: Figura 2. Ubicación del estudio	42
Anexo N° 14: Figura 3. Ficha técnica del producto	43
Anexo N° 15: Figura 4. Limpieza del terreno.....	44
Anexo N° 16: Figura 5. Medición de parcelas	44
Anexo N° 17: Figura 6. Siembra de maíz	45
Anexo N° 18: Figura 7. Delimitación de tratamientos en estudio	45
Anexo N° 19: Figura 8. Visita del docente guía a la zona de estudio	46
Anexo N° 20: Figura 9. Identificación de parcelas por tratamiento.....	46
Anexo N° 21: Figura 10. Preparación de la bomba de mochila.....	47
Anexo N° 22: Figura 11. Aplicación del producto en estudio.....	47
Anexo N° 23: Figura 12. Control de malezas	48
Anexo N° 24: Figura 13. Recolección de datos altura	48
Anexo N° 25: Figura 14. Segunda visita del docente guía	49
Anexo N° 26: Figura 15. Visita técnica de campo	49
Anexo N° 27: Figura 16. Madurez fisiológica del cultivo.....	50
Anexo N° 28: Figura 17. Secado del grano	50
Anexo N° 29: Figura 18. Peso de granos	51
Anexo N° 30: Figura 19. Recolección de datos en cosecha.....	51

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 12. Análisis de la varianza Altura de la planta (m)	52
Apéndices N° 2: Tabla 13. Análisis de la varianza Mazorcas por planta	45
Apéndices N° 3: Tabla 14. Análisis de la varianza Longitud de la mazorca (cm) .	46
Apéndices N° 4: Tabla 15. Análisis de varianza Peso de 100 granos	47
Apéndices N° 5: Tabla 16. Análisis de varianza Rendimiento	48

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

Los bajos rendimientos del maíz son ocasionados por muchos factores, una de ellas es utilizar un material genético no apropiado, lo cual tiene a obtener una población baja y con una uniformidad muy variada en el campo, también la manipulación constante del suelo que se realiza antes de la siembra y no realizar un control de las malas hiervas presentes en el cultivo (Espinosa, 2023).

El cultivo de maíz es uno de los principales cultivos en todo el mundo. Es el tercer cereal más consumido a nivel global, junto con el trigo y el arroz, pero también se utiliza como forraje y tiene importantes usos industriales, por ejemplo, en la industria papelera o en la cosmética. Por volumen, el maíz es el mayor cultivo del mundo, con una producción que en la actualidad supera los 1.000 millones de toneladas. Estados Unidos, con cerca de 400 millones de toneladas en 2021, y China, con más de 272 millones, encabezan el ranking de mayores productores de maíz. Les siguen Brasil y Argentina (Tradecorp, 2024).

Los aminoácidos son moléculas componentes de péptidos y proteínas de gran importancia producidos por las plantas. Los aminoácidos son sintetizados de manera normal cumpliendo diversas funciones en la planta; entre las funciones que desarrollan están la mejora en la absorción de nitrógeno, el efecto quelatante de algunos aminoácidos como L-prolina y la actividad antioxidante de la L-glicina betaína y la prolina (Intagri, 2022).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Los fertilizantes convencionales son una solución rápida y eficaz, pero a largo plazo ya se ven sus desventajas ya que deterioran los suelos, reducen los minerales del suelo, por lo que la mayoría de estos posee abundantes sales minerales que reducen la fauna edáfica en los primeros horizontes del suelo causando un problema para el cultivo y los rendimientos esperados por el productor, por lo que se debe emplear enmiendas a estos productos.

El objetivo primordial de la agricultura es satisfacer las necesidades de alimentos de los seres humanos; estas necesidades son mayores a medida que aumenta la población mundial, la cual se espera que para el año 2025 alcance de

6.3 a 8.5 mil millones de habitantes, por lo tanto, estos aumentos requerirán de un incremento de la producción agrícola de aproximadamente 40 a 50 % para mantener el nivel actual de insumos de alimentos.

1.2.2 Formulación del problema

¿Mejorará el desarrollo productivo del cultivo de maíz (*Zea Mays L.*) con la aplicación de un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos?

1.3 Justificación de la investigación

Con el fin de bajar los costos de producción del cultivo de maíz, el objetivo de esta investigación es aplicar una metodología para mejorar las prácticas de fertilización teniendo en cuenta el análisis del suelo. El propósito de esta investigación es dar a conocer a los pequeños agricultores alternativas nutricionales como la combinación de productos orgánicos e inorgánicos para potenciar el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays L.*) y obtener productos de excelente calidad, que contribuyan a una buena seguridad alimentaria.

1.4 Delimitación de la investigación

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

- **Espacio:** Se realizó en el cantón Naranjal provincia del Guayas, coordenadas X: -2.67364 Y: -79.6183.
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de julio del 2024 hasta diciembre del 2024.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de maíz de la zona en estudio.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto en el desarrollo productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz utilizando un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos.
- Identificar la dosis del tratamiento que obtuvo mejores resultados en el rendimiento del cultivo de maíz.
- Realizar el análisis económico del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Al menos una de las dosis establecidas a base de la aplicación de un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos tuvo efecto en el rendimiento del cultivo de maíz.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El uso excesivo de los fertilizantes químicos, impide la formación de las sustancias naturales que poseen las plantas como modo de auto defensa, desequilibrando los nutrientes presentes en el suelo y reponiendo generalmente solo tres nutrientes como son el (N P K). Generando así la contaminación por exceso de ciertos elementos presentes en el medio ambiente (Probelte, 2021).

Los aminoácidos son insumos formulados con una o varias proteínas, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos. Las sustancias que se originan son muy ricas en energía libre, que al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos (Toalombo, 2023).

Según Zermeño (2022), nos menciona que la práctica de fertilización con aminoácidos con valor agrícola ha demostrado incrementos en rendimiento y buena calidad de las cosechas a partir de la aplicación directa o de sus derivados. Las respuestas de las plantas a la aplicación de aminoácidos son mayor rendimiento, mejor absorción de nutrientes, mejoran la germinación de la semilla, incrementa el contenido de clorofila y el tamaño de las hojas.

Este estudio evaluó la influencia de aminoácidos aplicados foliarmente en la eficiencia de extracción y remoción de nutrientes por el cultivo de maíz. El ensayo se llevó a cabo en los Valles Altos del centro de México bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos: un control, fertilización tradicional, aminoácidos foliares, y fertilización combinada. Los resultados mostraron que el uso de aminoácidos incrementó la eficiencia en la extracción de nutrientes clave como nitrógeno, fósforo y potasio. Asimismo, las plantas tratadas con aminoácidos tuvieron un desarrollo radicular más robusto, mayor biomasa foliar y un incremento del 20% en el rendimiento de grano. Este estudio concluye que los aminoácidos foliares son una herramienta viable para optimizar el uso de fertilizantes convencionales y mejorar la sostenibilidad agrícola (González, 2022).

Este ensayo evaluó el impacto de bioestimulantes a base de aminoácidos en el crecimiento vegetativo del maíz en condiciones de campo. El diseño experimental

incluyó cuatro tratamientos: control, fertilización estándar, aplicación de bioestimulantes y fertilización combinada con bioestimulantes. Los parámetros evaluados incluyeron altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y peso seco. Los resultados mostraron que el tratamiento con bioestimulantes incrementó la altura de las plantas en un 30% y el diámetro del tallo en un 15%, comparado con el control. Asimismo, se observó un mayor desarrollo de raíces y tolerancia a factores abióticos. Los hallazgos sugieren que los aminoácidos promueven una mejor asimilación de nutrientes y un crecimiento sostenido (Pérez, 2020).

Este trabajo investigó cómo la fertilización foliar con aminoácidos y micronutrientes influye en el rendimiento y calidad de semillas de maíz híbrido. Se desarrolló un diseño experimental con cuatro tratamientos: control sin fertilización foliar, aplicación de fertilizante foliar estándar, aplicación de aminoácidos foliares, y un tratamiento combinado de fertilizante foliar con aminoácidos. Los resultados mostraron que el tratamiento combinado incrementó la germinación en un 18% y el peso promedio de las semillas en un 22%, en comparación con el control. Además, se destacó una mejora en la uniformidad del grano y la resistencia al almacenamiento. Este estudio subraya la importancia de complementar la fertilización tradicional con bioestimulantes para potenciar la calidad de los cultivos (Bernal, 2021).

Se investigó cómo la aplicación foliar de aminoácidos afecta la calidad del grano de maíz en términos de contenido nutricional y físico. Los ensayos se realizaron a cabo bajo un diseño de bloques al azar, utilizando tres concentraciones de aminoácidos (5%, 10% y 15%) y un control. Los resultados demostraron que las aplicaciones al 10% aumentaron el contenido de proteínas en el grano en un 12% y el peso específico en un 18%. Además, los aminoácidos foliares mejoraron la actividad enzimática en las hojas, favoreciendo el llenado del grano. Este estudio destaca el potencial de los aminoácidos como complemento en la nutrición del cultivo (Hernández, 2022).

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen del cultivo de maíz

Según Conabio (2019), Las plantas de la especie (*Zea mays*) es una planta gramínea anual originaria de América introducida en Europa en el siglo XVII, actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo,

superando al trigo y al arroz, en la actualidad debido la mayoría de los agricultores se han dedicado a la producción de maíz , sin dar cuenta en cuanto al rendimiento de producción de las misma, porque las zonas productoras tiene las condiciones agroclimáticas y el suelo ideal para el desarrollo del cultivo. Esta especie tiene muchos problemas por el monocultivo y carecen de regadío, por ende, la producción es baja.

2.2.2 Clasificación taxonómica

Villegas (2022), indica que “la clasificación taxonómica del maíz es de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Zea
Especie:	Zea mays”. (p. 12)

2.2.3 Morfología

2.2.3.1. Sistema radicular

Es el primero de los componentes del embrión que brota cuando la semilla germina. Son fasciculadas y cumplen la función de aportar un perfecto anclaje de soporte a la planta. Tienen una profundidad aproximada de 1.8 m. En condiciones de clima cálido, la planta de maíz germina a los cuatro días, en el clima medio a los ocho días, en el frío moderado se necesitan 12 días y en las condiciones frías de Colombia, el maíz germina a los 16 días después de la siembra (Gallardo, 2020).

El sistema radicular presenta tres tipos de raíces que son: primarias emitidas por la semilla, absorben los nutrientes a la planta. Las raíces adventicias se originan de los nudos que se encuentran debajo de la superficie del suelo y pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad; éstas constituyen casi la totalidad del sistema radicular (Rojas, 2023).

2.2.3.2. Tallo

El tallo es simple, erecto de longitud elevada a los cuatro metros de altura, siendo este un tallo robusto el cual no tiene ramificaciones, ni presenta entrenudos, contiene una medula esponjosa al realizar un corte transversal (Ortega, 2022).

2.2.3.3. Hojas

El maíz lleva en promedio de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras al tallo de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias; presentan una vellosidad en el haz de las hojas, con lígula bien desarrollada, la lámina foliar es alargada y acuminadas (Escalante, 2019).

2.2.3.4. Inflorescencia

Es una planta con inflorescencia monoica, posee las inflorescencias masculinas y femeninas las cuales están separadas dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina existe una presencia de una panícula también conocida como espigón, con un color amarillo obteniendo un gran número de polen en el orden de 25 millones de granos (Carrasco, 2020).

La inflorescencia femenina es la fecundación por los granos de polen denominándolos como mazorcas, donde encontramos las semillas agrupadas a lo largo de la mazorca que se encuentra cubierta por hojas, resultando un penacho de color amarillo oscuro, formado por pistilos (Abarca, 2023).

2.2.3.5 Fruto

En la mazorca los granos se encuentran de forma longitudinal, sostenidas por un eje esponjoso. Si el cultivo se mantiene con buenas prácticas agronómicas, este puede desarrollar una segunda mazorca con la desventaja de que está se demorará en desarrollarse y tiende a ser más pequeña que la anterior (Méndez, 2020).

2.2.4 Semilla híbrido trueno

La semilla de maíz tiene una variación de tamaño, color y forma debido a la variedad que se utilizan. Generalmente son ovoides con un ápice agudo obtuso redondo y comprimido. La parte de encima del grano se lo denomina epicarpio el cual cumple la función de proteger la semilla; la capa que le sigue es denominada pericarpio que se encuentra en el centro del grano y el corazón del grano es el embrión el cual contiene el alimento necesario para el desarrollo adecuado de la planta (Sierra, 2020).

2.2.5 Requerimiento hídrico del cultivo

Según García, (2022), el cultivo de maíz necesita al menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida por todo su ciclo. La escasez de agua en el cultivo

de maíz puede producir grandes pérdidas plantas jóvenes, en las primeras etapas (15 a 30 días) reduciendo el desarrollo de la misma. En la etapa de floración el maíz requiere más cantidad de agua para no perder el rendimiento de producción.

2.2.6 Mejoramiento genético

La mayoría de los programas de mejoramiento genético han sido derivados de materiales locales, con características agronómicas, fisiológicas y morfológicas superiores a los materiales originales; para que estas se ajusten a las necesidades y cantidad de producción que desea obtener el agricultor manteniendo una alta calidad de grano requerida por los consumidores de las diferentes regiones (Reyes, 2019).

El mejoramiento genético tiene como objetivo ampliar las bases genéticas de las poblaciones, introduciendo genes que les interesan a los agricultores, los cuales facilitan el manejo del cultivo, reducción de tamaño de la planta y de la primera mazorca, alta precocidad en la madurez e incremento del rendimiento en cuanto al número de líneas de granos por mazorcas, tamaño de la mazorca y cantidad de mazorcas por plantas (Molina, 2020).

En el proceso de selección se descartan los materiales susceptibles a enfermedades foliares y de las mazorcas, también cambiar la estructura de del grano para mejorar la calidad (Cuenca, 2023).

2.2.7 Rendimiento

La productividad promedio nacional de maíz duro seco para la época de verano 2014 fue de 5.13 t/ha (seco y limpio), en donde Loja, Santa Elena, Los Ríos y Guayas son las mayores zonas productoras con rendimientos ente 5 t/ha y 6 t/ha. Manabí es la provincia maicera de menor productividad con rendimiento inferior a la media nacional 3.87 t/ha. (Guerrero M. , 2022).

2.2.8 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.8.1. Temperatura

La temperatura influye de manera rotunda en todos los procesos fisiológicos del maíz. Las temperaturas que están de 0° a 10°C ocasionan pérdida de turgencia y un desarrollo inadecuado del sistema radicular de la planta (Maldonado, 2023).

Teniendo en cuenta que las bajas temperaturas provocan defectos en las funciones enzimáticas de las células, en las propiedades de las membranas que traen como consecuencia la reducción de fotosíntesis, crecimiento, absorción de agua y nutrientes en la planta (Aguilar, 2022).

Esta planta se adapta a temperaturas de 22 a 32° grados. Con respecto a la provincia de los Ríos se registró una temperatura promedio anual de 25°C, en el caso de la provincia del Guayas la temperatura promedio fue de 26°C, lo cual se demuestra que en ambas provincias se registraron temperaturas óptimas para el desarrollo normal del cultivo (García, 2020).

2.2.9 Aminoácidos

El uso de aminoácidos en cultivos básicos ha dado resultados satisfactorios en muchas regiones tropicales, ya que al inocularlos a la semilla favorecen la velocidad de toma de nutrimentos de las plantas por efecto directo en las raíces, así como hacer más eficiente la absorción de los mismos (Gómez, 2022). Al reducir la fertilización química disminuye también los costos de producción de maíz, se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo, y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales. Por ello, una de las estrategias agroecológicas pertinentes es la utilización de aminoácidos, que ayudan a la fijación de nitrógeno y a la solubilización de otros nutrimentos como el fósforo y potasio, que pueden reducir los costos de producción, coadyuvar al incremento de los rendimientos y favorecer los factores ecológicos en los agroecosistemas tropicales (Montiel, 2021).

Los aminoácidos son moléculas componentes de péptidos y proteínas de gran importancia producidos por las plantas. Los aminoácidos son sintetizados de manera normal cumpliendo diversas funciones en la planta; entre las funciones que desarrollan están la mejora en la absorción de nitrógeno, el efecto quelatante de algunos aminoácidos como L-prolina y la actividad antioxidante de la L-glicina betaína y la prolina. Actualmente su uso en la bioestimulación de los cultivos está dirigido principalmente a la mitigación del estrés biótico y abiótico. Los aminoácidos exógenos son herramientas seguras, libres de genotoxicidad, ecotoxicidad o fitotoxicidad, razón por la cual recientemente han sido estudiados por sus beneficios directos e indirectos en las plantas. Su uso ha crecido en los últimos años, ya que son compuestos aptos para los cultivos hortofrutícolas que requieran mejoras en el manejo de la nutrición, fisiología y estrés vegetal (Intagri, 2024).

2.2.10 Fosfato diamónico DAP

Es uno de los fertilizantes con el mayor contenido de unidades nutritivas, contiene 18 % de Nitrógeno (N) y 46% de Fósforo (P₂O₅) que minimizan los costos de embarque, transporte, almacenamiento y manejo.

- **Presentación:** Saco de 50 Kg
- **Nombre Químico:** Fosfato de Amonio Dibásico
- **Fórmula Química:** Fosfonitrato, Nitrofosfato, Nitrato de Amonio Estabilizado ó Sal Nítrica.
- **Fórmula Química:** (NH₄)₂HPO₄
- **Peso Molecular (g/mol):** 132.055
- **Contenido de Nitrógeno Total (N):** 18% de Nitrógeno Amoniacal (w/w)
- **Contenido de Fósforo (P₂O₅):** Fósforo Total 46% de Pentóxido de Fósforo (w/w) Fósforo Disponible 46% de Pentóxido de Fósforo (w/w) Fósforo Soluble en Agua 42% de Pentóxido de Fósforo (w/w) (Fertinova, 2022, p.1).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- c) De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d) De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas. (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016, p. 14)

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22)

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010, p. 26)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de la aplicación de un abono foliar con aminoácidos en el desarrollo productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Naranjal.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La investigación fue de carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción experimental, mediante la recolección de datos permitirá probar la hipótesis, lo cual tuvo como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

Tratándose de analizar la aplicación de un abono foliar con aminoácidos en el desarrollo productivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Naranjal.

3.1.1.2. Investigación descriptiva

Se evaluó y analizó cada variable para documentarla descriptivamente en todos los datos encontrados en el transcurso de esta investigación.

3.1.1.3. Investigación documental

Se visualizó textualmente todos los datos incluyendo resultados evaluados y analizados obtenidos al final de este estudio.

3.1.1.4. Investigación de campo

Se realizará el trabajo de estudio en campo por lo que aplica a este tipo de investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño experimental del estudio es de bloques completamente al azar constituido por cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones obteniendo 16 parcelas experimentales en las que se aplicaron diferentes dosis de abono foliar con aminoácidos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Abono foliar, cultivo de maíz.

3.2.1.2. Variables dependientes

- **Altura de la planta (m):** Se tomó 10 plantas al azar dentro del área útil y se midió con un flexómetro, esto se realizó cuando la planta tuvo 75 días y se las midió desde el tallo hasta la última hoja.
- **Mazorcas por planta (n):** Se procedió al conteo del número de mazorcas por las plantas seleccionadas del área útil.
- **Longitud de la mazorca (cm):** Se procedió a medir con un flexómetro, desde la base de la mazorca hasta la punta de la misma.
- **Peso de 100 granos (gr):** Se contó 100 granos del área cosechada, pesando a cada una de las parcelas experimentales.
- **Rendimiento (kg/ha):** Se tomó el peso de las mazorcas obtenidos de cada parcela para registrarlo y ser expresado en kg/ha.
- **Análisis económico (b/c):** El análisis económico se realizó en base a la fórmula de (Crece Negocio, 2014), específica que la fórmula para calcular los costos y la utilidad marginal es la siguiente:

$$\text{Relación Utilidad/Costo} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo neto}}$$

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de las variables dependientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Altura de planta:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en la cosecha del cultivo.
Mazorcas por planta:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en la cosecha del cultivo.
Longitud de la mazorca:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en la cosecha del cultivo.
Peso de 100 granos:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Rendimiento:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Análisis económico:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.3 Tratamientos

Los tratamientos experimentales constaron de 4 tratamientos y 4 repeticiones como se detallan a continuación:

Tabla 2.
Descripción de los tratamientos experimentales

Trat.	Descripción	Dosis/ hectárea	Dosis/ parcela 18m ²	Frecuencia de aplicación DDS
T1	Fertilizante y aminoácidos	1 litro	1.8 ml	15-30-45
T2	Fertilizante y aminoácidos	0.5 litros	0.90 ml	15-30-45
T3	Fertilizante y aminoácidos	0.3 litros	0.54 ml	15-30-45
T4	Testigo convencional (NPK)	50 kg	0.90 kg	15-30-45

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.4 Diseño experimental

Tabla 3.
Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	(4 - 1)	3
Bloques	(4 - 1)	3
Error	(4 - 1) (4 - 1)	9
Total	(4 * 4) - 1	15

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de maíz, abonos.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

Tabla 4.
Presupuesto del estudio

Descripción	Cantidad	Total (\$)
Preparación del terreno	1	300
Herramientas	5	100
Pasajes	15	70
Alimentación	15	80
Semillas	1	200
Mano de obra	5	100
Fertilizantes	2	30
TOTAL		880

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

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

3.2.5.2.2. Técnicas

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Preparación del suelo:** Se utilizó una maquinaria agrícola con la cual se removerá el suelo a unos 20 cm de profundidad.
- **Material vegetal:** Se utilizó semilla certificada de híbrido de maíz Trueno. Considerando que es un material empleado por los productores de la zona.
- **Siembra:** Se lo realizó de forma manual utilizando espeque y piola, a un distanciamiento de 0.90 entre surco y 0.40 entre plantas; en el cual se sembraron 2 semillas por postura.
- **Riego:** Se utilizó riego por gravedad según el cultivo lo demande.
- **Fertilización:** Se aplicaron acorde a las dosis establecidas en cada tratamiento.
- **Manejo de plantas arvenses:** El control de malezas se realizó de forma manual con la ayuda de herramientas como machete y rabón durante los primeros días del cultivo.
- **Control de plagas y enfermedades:** El control de insectos y hongos se realizó de acuerdo a la presencia de las mismas.
- **Muestreo:** Se tomaron las muestras de 10 plantas al azar en las parcelas.
- **Cosecha:** Se lo realizó de forma manual.

3.2.6 Población y muestra

Tabla 5.
Descripción de las parcelas experimentales

Características	Unidad	Cantidad
Número de tratamientos		4
Número de repeticiones		4
Número total de parcelas		16
Distancia entre parcelas	m	1
Distancia entre repeticiones	m	1
Largo de la parcela	m	4
Ancho de la parcela	m	4.5
Área de la parcela	m ²	18
Área útil de la parcela	m ²	5
Número de plantas por parcela		50 plantas
Número de plantas a evaluar por parcela		10 plantas
Plantas totales		800 plantas
Área total del experimento	m ²	288

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.7 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

El método para la comparación de los tratamientos es por medio de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para verificar si existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

3.2.7.2. Hipótesis estadística

Ho: Ninguna dosis de fertilizante tuvo respuestas favorables en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Ha: Al menos una dosis de fertilizante tuvo respuestas favorables en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

4. RESULTADOS

4.1 Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de maíz utilizando un abono foliar inorgánico enriquecido con aminoácidos

4.1.1 Altura de la planta (m):

La tabla 6 muestra los resultados para la variable altura de planta muestran una excelente precisión experimental con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,99 y un coeficiente de variación (CV) muy bajo de 0,53%. El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$) y repeticiones ($p = 0.0015$). En la comparación de medios, el tratamiento T4 (NPK 50 kg) alcanzó la mayor altura con 2.20m, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, seguido por T3 (Fertilizante + aminoácidos 0.3L) con 2.27m, T2 (Fertilizante + aminoácidos 0.5L) con 2.35m y T1 (Fertilizante + aminoácidos 1L) con 2.41m, siendo cada tratamiento significativamente diferente entre sí como lo indican las letras A, B, C y D respectivamente.

Tabla 6.

Altura de la planta (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (m)	16	0,99	0,98	0,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	6	0,02	121,50	<0,0001
Tratamientos	0,10	3	0,03	230,67	<0,0001
Repeticiones	0,01	3	1,9E-03	12,33	0,0015
Error	1,4E-03	9	1,5E-04		
Total	0,11	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02704

Error: 0,0002 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (NPK) 50 kg	2,20	4	0,01 A
T3 Fertilizante y aminoácidos (0.3L)	2,27	4	0,01 B
T2 Fertilizante y aminoácidos (0.5 L)	2,35	4	0,01 C
T1 Fertilizante y aminoácidos (1L)	2,41	4	0,01 D

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

Elaborado por: El autor, 2025

4.1.2 Mazorcas por planta (n):

La tabla 7 muestra la variable mazorcas por planta, los resultados mostraron un coeficiente de determinación (R^2) de 0.84 y un coeficiente de variación (CV) de 14.81%, indicando una precisión experimental aceptable. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.0009$), pero no entre repeticiones ($p=0.4363$). El testigo convencional T4 (NPK 50 kg) registró el menor número con 1.00 mazorcas por planta, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos que mostraron valores superiores: T3 (0.3L) con 1.75 mazorcas, y tanto T2 (0.5L) como T1 (1L). alcanzaron 2.00 mazorcas por planta.

Tabla 7.

Mazorcas por planta (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta (n)	16	0,84	0,73	14,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,88	6	0,48	7,67	0,0039
Tratamientos	2,69	3	0,90	14,33	0,0009
Repeticiones	0,19	3	0,06	1,00	0,4363
Error	0,56	9	0,06		
Total	3,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55186

Error: 0,0625 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (NPK) 50 kg	1,00	4	0,13 A
T3 Fertilizante y aminoácidos (0.3L)	1,75	4	0,13 B
T2 Fertilizante y aminoácidos (0.5 L)	2,00	4	0,13 B
T1 Fertilizante y aminoácidos (1L)	2,00	4	0,13 B

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

Elaborado por: El autor, 2025

4.1.3 Longitud de la mazorca (cm):

La tabla 8 muestra la longitud de mazorca, los datos revelaron una alta precisión experimental con un R^2 de 0,99 y un CV de 0,66%. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas tanto entre tratamientos ($p < 0.0001$) como entre repeticiones ($p = 0.0018$). La prueba de Tukey identificó diferencias significativas entre todos los tratamientos: T4 (NPK) presentó la menor longitud con 17.18 cm (A), seguida por T3 con 17.70 cm (B), T2 con 18.48 cm (C) y finalmente T1 con la mayor longitud de 19,13 cm (D). Este gradiente en la longitud de mazorca sugiere una respuesta positiva y proporcional a la dosis de fertilizante + aminoácidos aplicada.

Tabla 8.

Longitud de la mazorca (cm):

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la mazorca	16	0,99	0,98	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,33	6	1,56	107,18	<0,0001
Tratamientos	8,82	3	2,94	202,61	<0,0001
Repeticiones	0,51	3	0,17	11,76	0,0018
Error	0,13	9	0,01		
Total	9,46	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26594

Error: 0,0145 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo convencional (NPK) 50 kg	17,18	4	0,06	A
T3 Fertilizante y aminoácidos (0.3L)	17,70	4	0,06	B
T2 Fertilizante y aminoácidos (0.5 L)	18,48	4	0,06	C
T1 Fertilizante y aminoácidos (1L)	19,13	4	0,06	D

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

Elaborado por: El autor, 2025

4.1.4 Peso de 100 granos (gr):

La tabla 9 muestra La variable peso de 100 granos muestran una excelente precisión experimental con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,99 y un coeficiente de variación (CV) muy bajo de 0,34%. El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$) y repeticiones ($p = 0.0004$). En la comparación de medios, el T4 (NPK 50 kg) registró el menor peso con 35.48 gr, seguido por T3 (Fertilizante + aminoácidos 0.3L) con 36.13 gr, T2 (Fertilizante + aminoácidos 0.5L) con 37.13 gr, y T1 (Fertilizante + aminoácidos 1L) alcanzó el mayor peso con 38.13 gr. La prueba de Tukey indica que todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí, como lo demuestran las letras A, B, C y D, evidenciando un efecto positivo del incremento en la dosis de fertilizante + aminoácidos sobre el peso de los granos.

Tabla 9.

Peso de 100 granos (gr):

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
• Peso de 100 granos (gr):..	16	0,99	0,99	0,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,02	6	2,84	179,11	<0,0001
Tratamientos	16,17	3	5,39	340,37	<0,0001
Repeticiones	0,85	3	0,28	17,84	0,0004
Error	0,14	9	0,02		
Total	17,16	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27776

Error: 0,0158 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (NPK) 50 kg	35,48	4	0,06 A
T3 Fertilizante y aminoácidos (0.3L)	36,13	4	0,06 B
T2 Fertilizante y aminoácidos (0.5 L)	37,13	4	0,06 C
T1 Fertilizante y aminoácidos (1L)	38,13	4	0,06 D

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

Elaborado por: El autor, 2025

4.2 Identificación de la dosis del tratamiento que obtuvo mejores resultados en el rendimiento del cultivo de maíz

4.2.1 Rendimiento (kg/ha):

La tabla 10 muestra los resultados para la variable rendimiento (kg/ha) muestran un coeficiente de determinación (R^2) de 0.96 y un coeficiente de variación (CV) de 0.97%, indicando una buena precisión experimental. El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas entre tratamientos y repeticiones ($p < 0.0001$ para ambos casos). La prueba de Tukey identificó diferentes grupos estadísticos entre los tratamientos: T4 (Testigo convencional) obtuvo el menor rendimiento con 1925.00 kg/ha (A), seguido por T3 (Fertilizante + aminoácidos) con 1510.00 kg/ha (A), mientras que T2 y T1 alcanzaron rendimientos superiores de 2394.00 kg/ha y 2375.00 kg/ha respectivamente, agrupándose bajo la letra B. Estos resultados indican que los tratamientos T1 y T2 con fertilizante + aminoácidos fueron estadísticamente superiores al testigo convencional y al T3, demostrando un efecto positivo de estas dosis sobre el rendimiento del cultivo, aunque entre ellos no hubo diferencias significativas como lo indica su agrupación común con la Letra B.

Tabla 10.

Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	16	0,92	0,87	6,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1606835,33	6	267805,89	18,45	0,0001
Tratamientos	1266930,93	3	422310,31	29,09	0,0001
Repeticiones	339904,40	3	113301,47	7,80	0,0071
Error	130652,05	9	14516,89		
Total	1737487,38	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=265,96639

Error: 14516,8946 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (N..)	1629,00	4	60,24 A
T3 Fertilizante y aminoác..	1810,91	4	60,24 A
T2 Fertilizante y aminoác..	2089,30	4	60,24 B
T1 Fertilizante y aminoác..	2371,26	4	60,24 C

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

Elaborado por: El autor, 2025

4.3 Análisis económico del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

El análisis económico del cultivo de maíz revela resultados significativos al comparar cuatro tratamientos diferentes. El tratamiento T1, que utiliza fertilizante y aminoácidos, demuestra ser el más eficiente económicamente al alcanzar un rendimiento de 2377.27 kg/ha, generando un beneficio bruto de 5615.90 (con un precio comercial de 2.37) y, después de restar los costos de producción de 2390, logra un beneficio neto de 3229.90, resultando en una relación beneficio/costo de 2.35. Le sigue el tratamiento T2, también con fertilizante y aminoácidos pero en diferente proporción, que alcanza un rendimiento de 2089.30 kg/ha, generando un beneficio bruto de 4951.63 y un beneficio neto de 2561.63, con una relación B/C de 2.09. El T3, con características similares, muestra un rendimiento menor de 1810.91 kg/ha, traducido en un beneficio bruto de 4291.85 y neto de 1941.85, alcanzando una relación B/C de 1.83. Finalmente, el tratamiento T4, que representa el manejo convencional, resulta ser el menos rentable con un rendimiento de 1629.00 kg/ha, generando un beneficio bruto de 3860.73 y neto de 1560.73, con la relación B/C más baja de 1.68. Estos resultados demuestran claramente que la incorporación de fertilizantes y aminoácidos en el manejo del cultivo de maíz mejora significativamente la rentabilidad en comparación con el manejo convencional, siendo el T1 la opción más recomendable desde el punto de vista económico.

Tabla 11.

Análisis económico del cultivo de Maíz

Tratamientos	REND. kg/ha	PRECIO COMERCIAL (\$/Kg)	BIEN BRUTO \$	COSTO DE PROD \$	BIEN/NETO \$	RELACION B/C
T1 Fertilizante y aminoácidos (1 L)	2371,27	2,37	5619,90	2390	3229,90	2,35
T2 Fertilizante y aminoácidos (0,5 L)	2089,30	2,37	4951,63	2370	2581,63	2,09
T3 Fertilizante y aminoácidos (0,3 L)	1810,91	2,37	4291,85	2350	1941,85	1,83
T4 Testigo convencional (NPK) (50 kg)	1629,00	2,37	3860,73	2300	1560,73	1,68

Elaborado por: El autor, 2025

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran el efecto positivo de la aplicación de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en el cultivo de maíz, evidenciando mejoras significativas en diversos parámetros agronómicos y económicos.

En cuanto a la altura de la planta, el tratamiento T1 (Fertilizante + aminoácidos 1L) alcanzó la mayor altura con 2.41 m, mostrando una diferencia significativa respecto al testigo convencional (T4) que registró 2.20 m. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pérez (2020), quien observó un incremento del 30% en la altura de las plantas tratadas con bioestimulantes a base de aminoácidos. Esta respuesta positiva puede atribuirse a que los aminoácidos, como señala Zermeño (2022), mejoran la absorción de nutrientes e incrementan el contenido de clorofila y el tamaño de las hojas.

Respecto al número de mazorcas por planta, los tratamientos T1 y T2 (1L y 0.5L de fertilizante + aminoácidos) obtuvieron los mejores resultados con 2 mazorcas por planta, superando significativamente al testigo convencional que solo alcanzó 1 mazorca. Este incremento en la productividad se alinea con los hallazgos de González (2022), quien reportó un aumento del 20% en el rendimiento de grano al utilizar aminoácidos foliares, añadiendo esta mejora a un desarrollo radicular más robusto y mayor biomasa foliar.

La longitud de mazorca y el peso de 100 granos mostraron una tendencia similar, con el T1 alcanzando los valores más altos (19,13 cm y 38,13 g respectivamente). Estos resultados son consistentes con lo reportado por Bernal (2021), quien encontró un incremento del 22% en el peso promedio de las semillas con la aplicación combinada de fertilizantes y aminoácidos. Además, Hernández (2022) observó que los aminoácidos foliares mejoraron la actividad enzimática en las hojas, favoreciendo el llenado del grano.

El rendimiento final mostró una clara superioridad del T1 con 2371.26 kg/ha, seguido por el T2 con 2089.30 kg/ha, ambos significativamente superiores al testigo convencional (1629.00 kg/ha). Esta mejora en el rendimiento puede explicarse, como señala Toalombo (2023), por la capacidad de los aminoácidos de ser

absorbidos directamente por las hojas, tonificando las plantas y mejorando su desarrollo general.

Desde el punto de vista económico, el T1 alcanzó la mejor relación beneficio/costo (7.74), seguido por T2 (7.41), superando al testigo convencional (7.05). Esta ventaja ambiental, sumada a los beneficios señalados por Probelte (2021) sobre la reducción en el uso excesivo de fertilizantes químicos, sugiere que la aplicación de fertilizantes enriquecidos con aminoácidos representa una alternativa viable y sostenible para la producción de maíz.

Estos resultados, respaldados por la literatura citada, sugieren que la incorporación de aminoácidos en la fertilización foliar no solo mejora los parámetros agronómicos del cultivo, sino que también contribuye a una agricultura más sostenible al optimizar el uso de nutrientes y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. convencionales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados demostraron que la aplicación del fertilizante foliar enriquecido con aminoácidos tuvo un impacto significativo en el desarrollo morfológico del cultivo de maíz. El tratamiento T1 (1L) alcanzó la mayor altura con 2.41m, la mayor longitud de mazorca con 19.13 cm y el mejor peso de 100 granos con 38.13 g, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás tratamientos.

En términos de productividad, los tratamientos con aminoácidos (T1, T2 y T3) mostraron superioridad en el número de mazorcas por planta (1.75-2.00) comparado con el testigo convencional (1.00). Esta ventaja se reflejó en el rendimiento final, donde T1 alcanzó 2371.26 kg/ha, siendo significativamente superior al testigo que obtuvo 1629.00 kg/ha.

El análisis estadístico reveló una respuesta positiva y proporcional a la dosis del fertilizante foliar con aminoácidos, donde la dosis más alta (T1 - 1L) consistentemente mostró los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas, con coeficientes de variación que indican una alta precisión experimental.

La evaluación económica confirmó que el tratamiento T1 fue el más rentable con una relación beneficio/costo de 2.35, seguido por T2 (2.09), T3 (1.83) y el testigo T4 (1.68). Estos resultados demuestran que la aplicación del fertilizante foliar con aminoácidos en su dosis más alta representa la alternativa más rentable para los productores de maíz en el cantón Naranjal.

6.2 Recomendaciones

Implementar el uso del fertilizante foliar enriquecido con aminoácidos en dosis de 1L/ha como parte del programa de fertilización del cultivo de maíz en el cantón Naranjal, ya que demostró ser la alternativa más eficiente tanto desde el punto de vista agronómico como económico.

Desarrollar investigaciones complementarias que evalúen el efecto de dosis más altas del fertilizante foliar, así como su interacción con diferentes niveles de fertilización base y distintas épocas de aplicación, para optimizar aún más los beneficios observados en este estudio.

Establecer un programa de monitoreo que incluya análisis de suelo y foliares antes y después de la aplicación de los tratamientos, para comprender mejor los mecanismos de acción de los aminoácidos en la nutrición del cultivo y su efecto sobre la eficiencia en el uso de nutrientes.

Implementar un programa de difusión y transferencia de tecnología dirigido a los productores de maíz de la zona, que incluya parcelas demostrativas y capacitaciones sobre el uso adecuado de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos, enfatizando los beneficios económicos observados en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

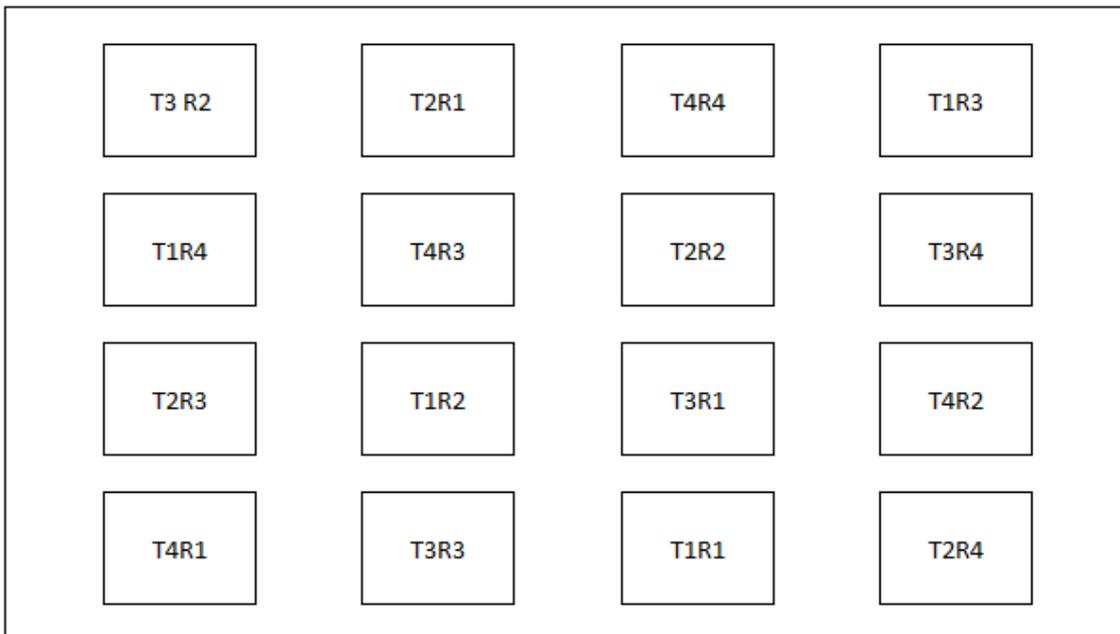
- Abarca, B. (2023). Inflorescencia femenina. https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/infloref.htm
- Aguilar, Y. (2022). Deficiencias edafoclimáticas en cultivos de maíz. <https://www.planthealth.es/noticias/conocimiento-aplicado/fisiologia-del-estres-por-frio-y-heladas>
- Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador. (2016). Ley Organica de tierras rurales y territorios ancestrales. Quito: Editora Nacional.
- Bernal, J., et al. (2021). Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de semilla de cruza simples de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* , 12(3), 455-462.
- Carrasco, H. (2020). Inflorescencia del cultivo de maíz. <http://jardin.inecol.mx/index.php/aprende/planta-del-mes/maiz>
- Código Orgánico de la Produccion, Comercio e Inversiones. (2010). Artículo 57 y artículo 14. Quito: Asamblea Nacional. Ecuador.
- Conabio, M. (2019). Origen y distribución del maíz. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universiducatan/geografia/zmays-el-maiz-zea-mays-es-una-especie-de-planta-graminemesoamerica/63449526>
- Cuenca, G. (2023). Enfermedades foliares y de las mazorcas. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1148/2551>
- Escalante, A. (2019). Características de la hoja de maíz. <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/pedro/WebSite/Contenidos/Sintesis/Materias%20Primas/Maiz.html>
- Espinosa, J. (2023). *Factores que limitan el rendimiento del maíz*. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/262/3246#:~:text=Los%20bajos%20rendimientos%20son%20consecuencia,la%20siembra%20y%20control%20de>
- Fertinova. (2022). Fertilizantes con el mayor contenido de unidades nutritivas. Obtenido de <https://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20DAP.pdf>

- Gallardo, C. (2020). Morfología del cultivo de maíz. <https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>
- García, A. (2020). Temperaturas en Ecuador según cada provincia. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- García, K. (2022). Requerimientos hídricos del cultivo de maíz. Obtenido de Estudio de requerimientos climáticos de cultivos. Documento. La Molina – Perú.
- Gómez, M. (2022). Biofertilización y fertilización química en maíz. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1425/3549>
- González-Hernández, V. A., et al. (2022). Efecto de aminoácidos foliares en la extracción nutrientes en maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(2), 173-181.
- Guerrero, M. (2022). Rendimientos del cultivo de maíz. <https://fliphtml5.com/ijia/m>
- Hernández-Morales, S., & Velasco-Ramírez, R. (2022). Efecto de la aplicación foliar de aminoácidos en la calidad del grano de maíz. *Revista de Ciencias Agronómicas*, 10(3), 123-130.
- Intagri. (2022). Los Biofertilizantes en la Agricultura. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Martínez-Bernal, J., et al. (2021). Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de semilla de cruza simples de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 455-462.
- Maldonado, L. (2023). Requerimientos edafoclimáticos. Temperatura. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20111732013000200010
- Méndez, E. (2020). Morfología del cultivo de maíz. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2929>
- Molina, (2020). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. https://www.agrobanco.com.pe/wp/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf

- Montiel, C. (2021). Biofertilizantes en el cultivo de maíz. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v5n1/2477-8850-siembra-05-01-0003.pdf>
- Ortega, M. (2022). Maíz: De México para el mundo – CIMMYT en español. <https://www.cimmyt.org/es/uncategorized/maizde-mexico-para-el-mundo/>
- Pérez, JC (2020). Evaluación de abonos foliares en la productividad del maíz en condiciones de estrés hídrico. *Ciencia Agrícola* , 37(2), 78-84.
- Probelte. (2021). Exceso de nutrientes adicionales y su consecuencia en las plantas. Obtenido de <https://probelte.com/es/noticias/que-impacto-tiene-el-cultivos/#:~:text=El%20exceso%20de%20fertilizante%20tiene,sales%20que%20contienen%20estas%20sustancias.>
- Rojas, E. (2023). Sistema radicular del cultivo maíz. Obtenido de <https://sem-aytodesevilla.es/wp-content/uploads/2021/06/07-OFICIAL-1%C2%AA-JARDINERO-TEMARIOS.pdf>
- Reyes, H. (2019). Mejoramiento genético del cultivo. <https://www.dspace.uce.edu.ec/login>
- Sierra, M. (2020). Semilla de maíz variación de tamaño, color y forma. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659212010000
- Toalombo, P. (2023). Los biofertilizantes y su aplicación en la agricultura orgánica. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20205.pdf>
- Tradecorp. (2024). El cultivo de maíz es uno de los principales cultivos en todo el mundo. Obtenido de <https://tradecorp.es/cuidados-cultivo-maiz/>
- Villegas, O. (2022). Clasificación taxonómica del maíz. https://www.researchgate.net/publication/359327419_AGRONOMIA_MESOAMERICANA
- Zermeño, A. (2022). Fertilización biológica del cultivo de maíz. https://www.researchgate.net/publication/322728228_Fertilizacion_biologica_del_cultivo_de_maiz

ANEXOS

Figura 1.
Croquis del estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 2.
Ubicación satelital del estudio



Fuente: Google Mapas, 2025

Figura 3.
Ficha técnica del producto


FICHA TECNICA

Nutrikel Aminopep®

Fertilizante

Nutrikel Aminopep® al contener una alta concentración de aminoácidos estimulan el mecanismo natural del sistema inmune de las plantas, activando y potencializando las actividades de las células, mejorando su capacidad de formar y reparar las membranas celulares y por su formulación especial, permite que las plantas adquieran los nutrientes justo en el momento de déficit. Es un fertilizante apropiado en los periodos de mayor crecimiento vegetativo y ante situaciones de estrés. Es absorbido rápidamente y metabolizado de inmediato por la planta. De este modo, los resultados obtenidos tras su aplicación, son observables en un breve intervalo de tiempo.

Nutrikel Aminopep® favorece los procesos tales como la floración, cuajado y maduración del fruto, potenciando las características organolépticas del mismo. Además, estimula el enraizamiento y el desarrollo general de la planta. Como resultado, tras aplicar **Nutrikel Aminopep®**, el rendimiento productivo de los cultivos se incrementa.

Características:

Formulación	:	Líquido Soluble
Olor	:	Agradable
Ph	:	3 - 4
Densidad	:	1.1 - 1.13
Solubilidad	:	Totalmente Soluble en Agua

Composición garantizada:

Aminoácidos	3.3%
-------------	------

Beneficio y Aplicaciones:

Nutrikel Aminopep®, por su formulación líquida proporciona mejor absorción de nutrientes a los vegetales, su contenido de ácidos húmicos actúa como un quelatante natural, que asegura un buen desempeño de los macro y micro elementos traduciéndose esto en un eficiente desarrollo foliar y radicular, mejorando directamente el vigor y calidad de las cosechas. Este producto es de baja toxicidad, no es corrosivo y es biodegradable. Contribuye al desarrollo de la micro fauna benéfica de los suelos y es de fácil aplicación por los sistemas de aspersión comúnmente usado por los agricultores.

Aplicaciones:

Nutrikel Aminopep®, Puede aplicarse en cualquier cultivo y/o en cualquier momento que sea necesario mejorar el vigor y condición nutricional de los cultivos, se recomienda usar especialmente en las etapas de desarrollo y reproductiva.

Modo de Empleo:

Llenar hasta la mitad el tanque de pulverización, agregar el producto y terminar el llenado, siempre con el sistema de agitación en funcionamiento.

CULTIVOS	Dosis L / Ha
Banano-Plátano	0.50 - 1
Cacao-Café	0.50 - 1
Arroz-Maiz-Trigo	0.50 - 1
Papa-Arveja-Tomate	0.50 - 1
Sandía-Melón-Pepino	0.50 - 1
Mango-Aguacate-Piña	0.50 - 1
Palma Africana-Palmito	0.50 - 1
Tomate de Arbol-Fresa	0.50 - 1
Ornamentales	0.50 - 1

Compatibilidad:

Es compatible con la mayoría de productos frecuentemente usados en agricultura, sin embargo se recomienda efectuar pruebas de compatibilidad.

Categoría Toxicológica:

No pertenece a ninguna de las existentes.

Presentación:

Envases plásticos de 1, 20 y 200 Litros.

Almacenaje y manipulación:

Guárdese en un sitio limpio, fresco y seco, fuera de la luz directa. Se evitarán oscilaciones extremas de temperatura durante su almacenaje. Agítese antes de usar.

Fuente: Quimiser, 2025

Figura 4.
Limpieza del terreno



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 5.
Medición de parcelas



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 6.
Siembra de maíz



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 7.
Delimitación de tratamientos en estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 8.
Visita del docente guía a la zona de estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 9.
Identificación de parcelas por tratamiento



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 10.
Preparación de la bomba de mochila



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 11.
Aplicación del producto en estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 12.
Control de malezas



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 13.
Recolección de datos altura



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 14.
Segunda visita del docente guía



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 15.
Visita técnica en campo



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 16.
Madurez fisiológica del cultivo



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 17.
Secado del grano



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 18.
Peso de granos



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 19.
Recolección de datos en cosecha



Elaborado por: El Autor, 2025

APÉNDICES

Tabla 12.
Análisis de la varianza altura de la planta (m)

Altura de la planta (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (m)	16	0,99	0,98	0,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	6	0,02	121,50	<0,0001
Tratamientos	0,10	3	0,03	230,67	<0,0001
Repeticiones	0,01	3	1,9E-03	12,33	0,0015
Error	1,4E-03	9	1,5E-04		
Total	0,11	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02704

Error: 0,0002 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (N..	2,20	4	0,01 A
T3 Fertilizante y aminoác..	2,27	4	0,01 B
T2 Fertilizante y aminoác..	2,35	4	0,01 C
T1 Fertilizante y aminoác..	2,41	4	0,01 D

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

Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 13.
Análisis de la varianza Mazorcas por planta

Mazorcas por planta (n)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Mazorcas por planta (n)	16	0,84	0,73	14,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2,88	6	0,48	7,67	0,0039
Tratamientos	2,69	3	0,90	14,33	0,0009
Repeticiones	0,19	3	0,06	1,00	0,4363
Error	0,56	9	0,06		
<u>Total</u>	<u>3,44</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55186

Error: 0,0625 gl: 9

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T4 Testigo convencional (N..	1,00	4	0,13	A
T3 Fertilizante y aminoác..	1,75	4	0,13	B
T2 Fertilizante y aminoác..	2,00	4	0,13	B
<u>T1 Fertilizante y aminoác..</u>	<u>2,00</u>	<u>4</u>	<u>0,13</u>	<u>B</u>

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

Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 14.
Análisis de la varianza Longitud de la mazorca (cm)

Longitud de la mazorca (cm):

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la mazorca	16	0,99	0,98	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,33	6	1,56	107,18	<0,0001
Tratamientos	8,82	3	2,94	202,61	<0,0001
Repeticiones	0,51	3	0,17	11,76	0,0018
Error	0,13	9	0,01		
Total	9,46	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26594

Error: 0,0145 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo convencional (N..	17,18	4	0,06	A
T3 Fertilizante y aminoác..	17,70	4	0,06	B
T2 Fertilizante y aminoác..	18,48	4	0,06	C
T1 Fertilizante y aminoác..	19,13	4	0,06	D

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

Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 15.
Análisis de la varianza peso de 100 granos

Peso de 100 granos (gr):

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (gr):	16	0,99	0,99	0,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,02	6	2,84	179,11	<0,0001
Tratamientos	16,17	3	5,39	340,37	<0,0001
Repeticiones	0,85	3	0,28	17,84	0,0004
Error	0,14	9	0,02		
Total	17,16	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27776

Error: 0,0158 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo convencional (N..)	35,48	4	0,06	A
T3 Fertilizante y aminoác..	36,13	4	0,06	B
T2 Fertilizante y aminoác..	37,13	4	0,06	C
T1 Fertilizante y aminoác..	38,13	4	0,06	D

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

Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 16.
Análisis de la varianza rendimiento (kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	16	0,92	0,87	6,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1606835,33	6	267805,89	18,45	0,0001
Tratamientos	1266930,93	3	422310,31	29,09	0,0001
Repeticiones	339904,40	3	113301,47	7,80	0,0071
Error	130652,05	9	14516,89		
Total	1737487,38	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=265,96639

Error: 14516,8946 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 Testigo convencional (N..)	1629,00	4	60,24 A
T3 Fertilizante y aminoác..	1810,91	4	60,24 A
T2 Fertilizante y aminoác..	2089,30	4	60,24 B
T1 Fertilizante y aminoác..	2371,26	4	60,24 C

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

Elaborado por: El Autor, 2025