



**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
INGENIERA AGRÓNOMA**

**RESPUESTA A LA NUTRICIÓN A BASE DE SILICATO
POTÁSICO EN DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN
EL CANTÓN NARANJAL**

AUTORA

CÓRDOVA MENDOZA JULIANA STEFANIA

TUTORA

ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.

NARANJAL, ECUADOR

2025



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “RESPUESTA A LA NUTRICIÓN A BASE DE SILICATO POTÁSICO EN DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CANTÓN NARANJAL”, realizado por la estudiante CÓRDOVA MENDOZA JULIANA STEFANIA; con cédula de identidad N° 0943023440 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. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc

Naranjal, 26 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: “RESPUESTA A LA NUTRICIÓN A BASE DE SILICATO POTÁSICO EN DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CANTÓN NARANJAL”, realizado por la estudiante CÓRDOVA MENDOZA JULIANA STEFANIA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. CANTOS SÁNCHEZ EDWIN, M.Sc.
PRESIDENTE

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

ING. LASCANO MONTES ARIANA, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. OSTAIZA CLAVIJO GINGER, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Naranjal, 26 de marzo del 2025

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado principalmente a Dios que me ha guiado en todo el camino y nunca soltó mi mano así logre cada sacrificio para alcanzar la perseverancia y la fortaleza para no rendirme , en especial a mis abuelos, quienes han sido mi mayor inspiración porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida, Gracias a mi mama por enseñarme hacer fuerte y impulsarme a ser mejor cada día; También a mi novio que ha estado en mis momentos difíciles y siempre me motivo a seguir adelante, y agradecer a mi familia que a base de sus 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, CÓRDOVA MENDOZA JULIANA STEFANIA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “RESPUESTA A LA NUTRICIÓN A BASE DE SILICATO POTÁSICO EN DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ (Zea Mays L.) EN EL CANTÓN NARANJAL”, 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, 26 de marzo del 2025

CÓRDOVA MENDOZA JULIANA STEFANIA

C.I. 0943023440

RESUMEN

El estudio evaluó la respuesta agronómica del cultivo de maíz a la nutrición con silicato potásico en dos híbridos diferentes. La investigación se desarrolló con seis tratamientos, incluyendo diferentes dosis de fertilizante foliar (0.5 y 1 L/ha) en semillas híbridas DKB-399 y Trueno, con un tratamiento testigo sin aplicación. Los resultados muestran efectos significativos en las variables agronómicas. El tratamiento T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) presentó el mayor rendimiento con 2313,43 kg/ha, seguido del tratamiento T4 (Semilla híbrida Trueno, 1 L/ha) con 2284,01 kg/ha. La altura de planta alcanzó un promedio máximo de 2,41 m, el número de mazorcas por planta llegó a 2,00, y la longitud de mazorca se situó en 18,68 cm. El análisis económico reveló que el tratamiento T3 mostró la mejor relación beneficio-costos de 2.33, demostrando la eficiencia del silicato potásico como estrategia de fertilización. Los resultados confirman el potencial de este compuesto para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz, sugiriendo su importancia como herramienta para optimizar la producción agrícola.

Palabras clave: Maíz, silicato potásico, fertilización foliar, rendimiento, híbridos agrícolas, nutrición vegetal

ABSTRACT

This project aimed to evaluate the agronomic response of maize cultivation to potassium silicate nutrition in two different hybrids. The research was carried out with six treatments, including different doses of foliar fertilizer (0.5 and 1 L/ha) in hybrid seeds DKB-399 and Trueno, with a control treatment without application. The results show significant effects on agronomic variables. The T3 treatment (Hybrid seed DKB-399, 1 L/ha) presented the highest yield with 2313.43 kg/ha, followed by the T4 treatment (Trueno hybrid seed, 1 L/ha) with 2284.01 kg/ha. The plant height reached a maximum average of 2.41 m, the number of ears per plant reached 2.00, and the ear length stood at 18.68 cm. The economic analysis revealed that the T3 treatment showed the best benefit-cost ratio of 2.33, demonstrating the efficiency of potassium silicate as a fertilization strategy. The results confirm the potential of this compound to improve the development and yield of maize crops, suggesting its importance as a tool to optimize agricultural production.

Keywords: *Maize, potassium silicate, foliar fertilization, yield, agricultural hybrids, plant nutrition*

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	30
5. DISCUSIÓN	34
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	42
APÉNDICES	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Operacionalización de las variables	14
Anexo N° 2: Tabla 2. Tratamientos	14
Anexo N° 3: Tabla 3. Diseño del análisis de la varianza	15
Anexo N° 4: Tabla 4. Presupuesto de estudio	15
Anexo N° 5: Tabla 5. Descripción de las parcelas experimentales	15
Anexo N° 6: Tabla 6. Altura de planta.....	27
Anexo N° 7: Tabla 7. Mazorcas por planta (n)	28
Anexo N° 8: Tabla 8. Longitud de la mazorca (cm):.....	29
Anexo N° 9: Tabla 9. Peso de 100 granos (gr):	30
Anexo N° 10: Tabla 10. Rendimiento (kg/ha):.....	31
Anexo N° 11: Tabla 11. Análisis económico del cultivo de Maiz	32
Anexo N° 12: Tabla 5. Presupuesto del estudio.....	16
Anexo N° 13: Figura 1. Croquis del estudio	40
Anexo N° 14: Figura 2. Ubicación del estudio.....	40
Anexo N° 15: Figura 3. Medición altura de planta.....	41
Anexo N° 16: Figura 4. Toma de datos.....	41
Anexo N° 17: Figura 5. Peso de 100 granos.....	42
Anexo N° 18: Figura 6. Visita del docente guía.....	42
Anexo N° 19: Figura 7. Registro del peso de los granos	43
Anexo N° 20: Figura 8. Medición de longitud de mazorcas.....	43
Anexo N° 21: Figura 9. Clasificación de mazorcas	44
Anexo N° 22: Figura 10. Selección y Clasificación de mazorcas	44

NDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 12. Análisis de varianza Altura de planta.....	45
Apéndices N° 2: Tabla 13. Análisis de varianza Mazorcas por planta	46
Apéndices N° 3: Tabla 14. Análisis de varianza Longitud de mazorca	47
Apéndices N° 4: Tabla 15. Análisis de varianza Peso de 100 granos	48
Apéndices N° 5: Tabla 16. Análisis de varianza Rendimiento.....	49

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo que se ha desarrollado con una gran importancia en los últimos años, este dato se basa en la cultura maicera de los agricultores y en la política estatal creciente de la región litoral ecuatoriana, especialmente en la provincia del Guayas. En la actualidad la siembra de este cereal supera las 500 mil hectáreas, de este modo se convierte en el principal cultivo agrícola del país (MAGAP, 2019).

El cultivo se fundamenta principalmente en la agroindustria basándose en la fabricación de productos balanceados, también se elabora para productos típicos del país, alimento entero para criar animales domésticos, tiene otros usos importantes en el Ecuador (Suárez, 2022).

En Ecuador, se ha visto favorecido ya que el país posee características climáticas adecuadas para este cultivo convirtiéndolo en uno de los cultivos con alta demanda en el mercado, por su alto valor nutricional, el cual genera una fuente de ingresos mejorando la calidad socioeconómica del país (Veintimilla, 2021).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de maíz puede verse afectado significativamente por la falta de nutrientes, lo que puede llevar a una reducción en la productividad y la calidad del grano. La deficiencia de potasio ocasiona clorosis en las hojas más viejas que avanza hacia el centro, seguida de necrosis. Las plantas pueden mostrar debilidad estructural y ser susceptibles a enfermedades.

1.2.2 Formulación del problema

¿Mejorará el rendimiento productivo del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) con la aplicación de un fertilizante foliar a base de silicato potásico?

1.3 Justificación de la investigación

El uso de silicato de potasio (K_2SiO_3) en la agricultura, particularmente en el cultivo de maíz, se utiliza por varios beneficios agronómicos y ambientales. El silicio

puede mejorar la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, potasio y calcio, facilitando un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas.

El estudio del silicato de potasio en el cultivo de maíz se centra en evaluar los efectos de este compuesto sobre el crecimiento, rendimiento y resistencia de las plantas de maíz. A través de diversas investigaciones, se ha demostrado que el silicato de potasio ofrece múltiples beneficios con mayor rendimiento y mejor calidad del grano, contribuyendo a una agricultura más sostenible y eficiente.

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 la respuesta agronómica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la nutrición a base de silicato potásico en dos híbridos de maíz.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz utilizando un fertilizante foliar a base de silicato potásico.
- Identificar el tratamiento que obtuvo mejores resultados en el rendimiento del cultivo de maíz.
- Realizar el análisis económico en base a la relación beneficios/costos.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Al menos una de las dosis establecidas a base de silicato potásico tendrá efectos favorables en el rendimiento de dos híbridos de maíz.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Según Nieto (2022) en su investigación se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad, además de grados Brix, concentración de silicio y rendimiento. El fungicida con silicato de potasio redujo la incidencia y severidad significativamente, presentando los menores porcentajes en la última evaluación de dichas variables. Con base en los resultados obtenidos, se determinó que el silicato de potasio potencializa el efecto de los fungicidas bajo condiciones de campo, por lo tanto, puede ser una alternativa de manejo contra el moho gris en zarzamora.

El efecto de diferentes fuentes de silicato de potasio sobre *Stenchaetothrips biformis* Thysanóptera: Thripidae en arroz, dio como resultado que en los tratamientos en que fue adicionado silicato de potasio el número de thrips por hoja fue significativamente menor en relación al tratamiento sin silicato de potasio. En un estudio en que se evaluó la incidencia de las ninfas de *Sogatella furcifera*, (Hemíptera: Delphacidae) en plántulas de arroz se obtuvo una disminución en el número de ninfas del último instar y aumentó el número de individuos machos en la población en estudio (Prado, 2020).

Se probaron tres tratamientos de fertilización en el cultivo de nochebuena para medir su efecto en el crecimiento de la planta. Los tratamientos fueron aplicados en drench y en forma foliar. Adicionalmente se probó un producto a base de Silicato de potasio. Se tomaron datos de tamaño de planta y producción de brotes y flores. Se probaron las diferencias entre los tratamientos, usando la prueba de Kruskal-Wallis y chi cuadrada. Los resultados obtenidos permitieron demostrar la superioridad de todos los tratamientos en comparación con el testigo, siendo el tratamiento a base de fertilización en drench + Sillisec K + foliar el que produjo mejores resultados (Velasco, 2020).

En la región de Quinsaloma, se analizó la respuesta del cultivo de maíz a la fertilización con diferentes combinaciones de silicato de calcio y nitrógeno. Los tratamientos evaluados incluyeron tres niveles de cada nutriente, observándose mejoras significativas en el rendimiento y calidad del grano. Estos resultados evidencian que el uso equilibrado de nutrientes, incluyendo silicatos, no solo promueve un crecimiento saludable, sino que también incrementa la resistencia a

condiciones adversas. Este estudio respalda el uso de silicatos como una estrategia sostenible para optimizar la producción agrícola (Sevilla, 2021).

La aplicación exógena de silicato de potasio en maíz fue estudiada para evaluar su impacto en rasgos agronómicos, absorción de nutrientes y producción de antioxidantes. Se encontró que el silicato de potasio mejora la estructura celular de la planta, aumenta la tolerancia al estrés abiótico y promueve un mejor desarrollo del cultivo. Estas mejoras también contribuyen a una mayor calidad y cantidad en la producción de grano. Este estudio destaca el potencial del silicato de potasio como un insumo esencial para enfrentar desafíos en la producción agrícola moderna (Senasica, 2023).

En Finca La Vega, Costa Rica, se evaluó la incorporación de silicato de magnesio en la fertilización del maíz. El experimento mostró que la aplicación de este compuesto aumentó significativamente el peso seco de las plantas y la longitud de las mazorcas. Sin embargo, los investigadores concluyeron que estos beneficios se atribuían principalmente al contenido de magnesio y no al silicio. Este hallazgo resalta la importancia de comprender las interacciones entre nutrientes y sus efectos específicos en el crecimiento del maíz (Vargas, 2020).

Una revisión exhaustiva sobre el uso de silicio en cultivos agrícolas concluyó que este elemento mejora la resistencia al estrés abiótico y biótico, incrementa la eficiencia del uso de agua y refuerza la arquitectura de las plantas. En el caso del maíz, se destacó su capacidad para reducir el impacto de enfermedades y plagas, así como para aumentar el rendimiento. Este estudio promueve el uso de silicio como una herramienta clave para la sostenibilidad agrícola y la resiliencia frente a cambios ambientales (Rodríguez, 2020).

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen del cultivo de maíz

Estrada (2020) expresa que el maíz (*Zea mays* L), perteneciente a la familia de las Poáceae, es una planta anual y apareció hace unos 7000 años de antigüedad y originario de las zonas de Mesoamérica. Se introdujo este cultivo a Europa después de la colonización de los españoles al continente americano.

2.2.2 Clasificación taxonómica

Sornoza (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. 8)

2.2.3 Morfología

2.2.3.1 Sistema radicular

“El cultivo de maíz posee un sistema radicular fasciculado, con algunos nudos que emergen por encima de la superficie del suelo. Su misión es de aportar un perfecto anclaje a la planta; alcanzando hasta 1.80 metros de profundidad” (Masaquiza, 2016, p. 43).

2.2.3.2 Tallo

La morfología del tallo de maíz es erecta, de estructura carnosa conformado por nudos que son el eje central para el sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna. El tallo es robusto, conformando por nudos y entrenudos; su altura varia por factores ambientales, tipo de suelo e híbridos modificados genéticamente; alcanzando una altura de 1 metro hasta 4 metros (Barrientos, 2017).

2.2.3.3 Hojas

Posee hojas lanceoladas, alternas, paralelinervas, alargadas de gran tamaño y están ubicadas en posición invertida en el tallo. En los laterales de las hojas de maíz son filudas y en la cara superior se caracteriza por ser pilosa. Las plantas de maíz están compuestas alrededor de 20 a 30 hojas, donde se desarrolla una hoja en cada uno de los nudos (Salazar, 2017).

2.2.3.4 Inflorescencia

Hidalgo (2018) indica que el maíz es una planta que posee flores unisexuales, que presenta inflorescencia femenina y masculina bien diferenciada en la misma planta por ende se la denomina una planta monoica alógama. Las flores masculinas están en una inflorescencia llamada panoja, y las femeninas se

desarrollan en una estructura especial denominada mazorca. Las flores del maíz, tanto masculinas como femeninas, se encuentran unidas en espiguillas.

2.2.3.5 Fruto

La mazorca está formada por hileras de granos y se encuentra encajada en la columna vertebral de la gramínea. Cada planta posee una a tres mazorcas dependiendo las variedades y condiciones climáticas. El grano de las mazorcas está formado por secciones principales: pericarpio, endosperma y germen (Macuri, 2016).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.4.1. Suelo

En el cultivo maíz se adapta a cualquier tipo de suelo, por lo general debe tener una buena profundidad y poseer un buen drenaje para que no haya encharcamientos que originen asfixia radicular. Este tipo de gramínea tiene una mejor adaptación en suelos con pH de 6 hasta 7 (Chanataxi, 2016).

2.2.4.2. Clima

Esta gramínea requiere de condiciones hídricas, temperatura y de luminosidad idóneas para su crecimiento, la temperatura óptima recomendable para este cultivo es de 20°C hasta 30°C, en caso que las temperaturas estén por encima o por debajo de estos rangos nombrados causará daños en la producción e inclusive la quema por heladas en la planta (Guzmán, 2017).

2.2.4.3. Precipitación

“El cultivo del maíz requiere por lo menos de 500 y 700 mm de precipitación con una buena distribución durante todo el ciclo del cultivo” (Vélez, 2018, p.22).

2.2.5 Labores culturales

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el suelo quede suelto y sea capaz de tener una cierta captación del agua sin encharcamientos. Se pretende que el suelo quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra, también se emplea el arado de vertedera (Toledo, 2016).

2.2.5.1. Siembra

Antes de realizar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. La siembra se efectúa cuando la temperatura del suelo alcanza un valor de 12°C, sembrándose a una profundidad de 5cm, la siembra puede ser por golpe, en llano o surco (Capitata, 2019, p. 38).

2.2.5.2. Fertilización

Para su desarrollo el maíz necesita una cierta cantidad de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o en exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en N y K en cantidades de 0.3kg de P en 100kg de abonado. Y una cierta cantidad de nitrógeno en la época de crecimiento vegetativo (Gavilanéz, 2013, pág. 19).

2.2.5.3. Plagas y enfermedades

Los principales insectos plagas que atacan al cultivo de maíz son el: Gusano cogollero viven en los suelos arenosos y ricos en materia orgánica, estos gusanos son lepidópteros. Gusanos grises son larvas de clase lepidópteros los daños son ocasionados alrededor del cuello de la planta produciéndole heridas. Y entre las enfermedades se encuentra la: Bactereosis ataca al maíz dulce los síntomas se manifiesta en las hojas. Antracnosis son manchas color rojizo y se localiza en las hojas produce arrugamiento del limbo. Roya son pústulas de color marrón que aparecen en el envés y has de las hojas (Fuentes, 2011, p. 46).

2.2.5.4. Cosecha

Para la recolección de las mazorcas de maíz es recomendable que no exista humedad en las mismas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una mejor cosecha limpia y sin pérdidas de grano. Se utilizan las cosechadoras de remolque o las cosechadoras con tanque incorporado arrancando la mazorca del tallo (García, 2016).

2.2.6 Descripción de las semillas

2.2.6.1 Semilla híbrida DKB-399

En el presente trabajo se utilizó materiales genéticos como la semilla híbrida DKB-399 cuyas características permiten obtener mayores rendimientos y mejor calidad del grano, el maíz es un negocio que ofrece a pequeños y medianos agricultores rentabilidad en la producción de la gramínea obteniendo de 6 a 10 toneladas por hectárea. Para sembrar DKB-399 se necesita de una siembra adecuada y control oportuno de las malezas y enfermedades foliares (Tobar, 2018).

2.2.6.2. 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).

2.2.7 Silicato de potasio

El silicato de potasio es un compuesto químico formado por potasio, silicio y oxígeno, cuya fórmula general es K_2SiO_3 . Se presenta comúnmente como un sólido granular o en solución líquida, y tiene múltiples aplicaciones en la agricultura y otras industrias. Aporta a la planta fuentes de silicio que, al ser absorbidas, actúa en el metabolismo del agua, regulando la apertura y cierre estomático, disminuyendo la evapotranspiración. Actúa a nivel del suelo dejando disponibles fuentes de fósforos que se encuentran retenidas por elementos como Calcio (Ca), Hierro (Fe) y Aluminio (Al), dejando el fósforo disponible para ser absorbido por la planta y usado en sus diferentes procesos nutricionales y metabólicos. Disminuye los efectos fitotóxicos causados por exceso de manganeso y metales pesados (Chemie, 2023).

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.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones., 2010, p. 26)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo es cuantitativo y estuvo enfocado en determinar el efecto de la aplicación de silicato potásico 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 tendrá como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

Tratándose de analizar la aplicación de silicato potásico 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 realizó 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 un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial a x b generándose seis tratamientos que fueron evaluados a través de cuatro repeticiones. Esto permitió tener un experimento de 24 unidades experimentales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Fertilizantes, 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 tenga 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: La Autora, 2025

3.2.3 Tratamientos

Los tratamientos experimentales constarán de 6 tratamientos y 4 repeticiones como se detallan a continuación:

Tabla 2.
Descripción de los tratamientos experimentales

N	Factor A (Híbridos)	Factor B (Dosis)	Dosis parcela (18m ²)	Frecuencia de aplicación
1	Semilla híbrida DKB-399	0,5 L/ha	0,9 ml	15-30-45 días
2	Semilla híbrida trueno	0,5 L/ha	0,9 ml	15-30-45 días
3	Semilla híbrida DKB-399	1 L/ha	1,8 ml	15-30-45 días
4	Semilla híbrida trueno	1 L/ha	1,8 ml	15-30-45 días
5	Semilla híbrida DKB-399	Sin aplicación	--	--
6	Semilla híbrida trueno	Sin aplicación	---	--

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.4 Diseño experimental

Tabla 3.
Esquema de análisis de varianza

Factor A (Híbridos)		Factor B (Dosis)	
A1: Semilla híbrida DKB-399		B1: 0.5 litros por hectárea	
A2: Semilla híbrida trueno		B2: 1 litros por hectárea	
		B3: Sin aplicación	
Fuente de Variación	Fórmula	Desarrollo	GL
Factor A (Híbridos)	A - 1	2 - 1	1
Factor B (Dosis)	B - 1	3 - 1	2
Error A	(A - 1) (r - 1)	(2 - 1) (4 - 1)	3
Error B	A(B - 1) (r - 1)	2(3 - 1) (4 - 1)	12
Interacción AxB	(A - 1) (B - 1)	(2 - 1) (3 - 1)	2
Repeticiones	r - 1	4 - 1	3
Total	N - 1	24 - 1	23

Elaborado por: La Autora, 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:** Variedades de maíz, fertilizantes.
- **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	200
Herramientas	5	100
Pasajes	15	70
Alimentación	15	80
Semillas	2	400
Mano de obra	5	100
Fertilizantes	2	30
TOTAL		980

Elaborado por: La Autora, 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 realizarán son las siguientes:

- **Preparación del suelo:** Se utilizó una maquinaria agrícola con la cual se removió el suelo a unos 20 cm de profundidad.
- **Material vegetal:** Se utilizó semilla certificada de dos híbridos de maíz. 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		6
Número de repeticiones		4
Número total de parcelas		24
Distancia entre parcelas	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
Área total del experimento	m ²	432 m ²

Elaborado por: La Autora, 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 de error para verificar si existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

3.2.7.2. Hipótesis estadística

- **Factor A Híbridos**

Ho: Ninguno de los híbridos actuó de manera positiva para la producción en el cultivo de maíz.

Ha: Al menos uno de los híbridos actuó de manera positiva para la producción en el cultivo de maíz.

- **Factor B Dosis**

Ho: Ninguna de las dosis de silicato de potasio actuó de manera positiva para el rendimiento en el cultivo de maíz.

Ha: Al menos una de las dosis de silicato de potasio actuó de manera positiva para el rendimiento en el cultivo de maíz.

- **Interacción**

Ho: No hay interacción entre factores de estudio.

Ha: Si hay interacción entre factores de estudio.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de maíz utilizando un fertilizante foliar a base de silicato potásico.

4.1.1. Altura de la planta (m):

La tabla 6 muestra los promedios obtenidos al evaluar la altura de las plantas en función de los tratamientos aplicados. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación del 1,55%, indicando que el modelo explica una alta proporción de la variabilidad observada. Además, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$). El tratamiento T4 (Semilla híbrida trueno, 1 L/ha) obtuvo la mayor altura promedio con 2,41 m, seguido de T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) con 2,38 m y T2 (Semilla híbrida trueno, 0,5 L/ha) con 2,33 m. Por su parte, T6 (Semilla híbrida trueno, sin aplicación) presentó el promedio más bajo con 2,20 m.

Tabla 6.
Altura de la planta (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (m)	24	0,90	0,85	1,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	8	0,02	17,63	<0,0001
Repeticiones	0,06	3	0,02	14,65	0,0001
Híbridos	0,13	5	0,03	19,43	<0,0001
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	0,02	15	1,3E-03		
Total	0,20	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0013 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T4 Semilla híbrida trueno ..	2,41	4	0,04 A
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2,38	4	0,04 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	2,33	4	0,04 B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	2,32	4	0,04 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	2,23	4	0,04 C
T6 Semilla híbrida trueno	2,20	4	0,04 C

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.2. Mazorcas por planta (n):

La tabla 7 muestra los promedios obtenidos al evaluar el número de mazorcas por planta según los tratamientos. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación del 22,22%, indicando que el modelo explica una proporción moderada de la variabilidad observada. Los tratamientos presentaron diferencias significativas ($p = 0,0013$). T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) y T4 (Semilla híbrida trueno, 1 L/ha) alcanzaron los mayores promedios, con 2,00 mazorcas por planta cada uno. Por otro lado, T5 y T6 (sin aplicación) mostraron los valores más bajos, con 1,00 mazorca por planta.

Tabla 7.
Mazorcas por planta (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta (n)	24	0,72	0,57	22,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,33	8	0,54	4,88	0,0041
Repeticiones	0,33	3	0,11	1,00	0,4199
Híbridos	4,00	5	0,80	7,20	0,0013
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1,67	15	0,11		
Total	6,00	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1111 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T4 Semilla híbrida trueno ..	2,00	4	0,37 A
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2,00	4	0,37 A
T1 Semilla híbrida DKB-399..	1,50	4	0,37 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	1,50	4	0,37 A B
T6 Semilla híbrida trueno	1,00	4	0,37 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	1,00	4	0,37 B

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.3. Longitud de la mazorca (cm):

La tabla 8 muestra los promedios de longitud de las mazorcas. El análisis de varianza indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0,1016$), aunque el modelo explicó un 1,97% de coeficiente de variación. Según el test de Tukey, todos los tratamientos compartieron la misma categoría ("A B"). El

promedio más alto fue registrado por T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) con 18,68 cm, mientras que T6 (Semilla híbrida trueno, sin aplicación) mostró el promedio más bajo con 17,88 cm.

Tabla 8.
Longitud de la mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la mazorca (cm..	24	0,79	0,68	1,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,48	8	0,93	7,24	0,0005
Repeticiones	6,02	3	2,01	15,55	0,0001
Híbridos	1,46	5	0,29	2,26	0,1016
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1,93	15	0,13		
Total	9,41	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1290 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	18,68	4	0,40 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	18,25	4	0,40 A B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	18,25	4	0,40 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	18,13	4	0,40 A B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	18,05	4	0,40 B
T6 Semilla híbrida trueno	17,88	4	0,40 B

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.4. Peso de 100 granos (gr):

La tabla 9 muestra los promedios obtenidos al evaluar el peso de 100 granos según los tratamientos. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,2041$) se encontró un coeficiente de variación de 2,04%. Todas las medias compartieron la misma categoría ("A") según el test de Tukey. Los mayores promedios se observaron en T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) con 37,40 g y T2 (Semilla híbrida trueno, 0,5 L/ha) con 37,15 g. Los tratamientos restantes oscilaron entre 36,23 y 36,98 g.

Tabla 9.
Peso de 100 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (gr):	24	0,64	0,45	2,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,36	8	1,92	3,39	0,0199
Repeticiones	10,65	3	3,55	6,27	0,0057
Híbridos	4,71	5	0,94	1,66	0,2041
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	8,49	15	0,57		
Total	23,85	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5661 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	37,40	4	0,84 A
T2 Semilla híbrida trueno ..	37,15	4	0,84 A
T5 Semilla híbrida DKB-399..	36,98	4	0,84 A
T1 Semilla híbrida DKB-399..	36,85	4	0,84 A
T6 Semilla híbrida trueno	36,23	4	0,84 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	36,23	4	0,84 A

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

Elaborado por: La Autora, 2025

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

4.2.1 Rendimiento (kg/ha):

La tabla 10 muestra los promedios obtenidos al evaluar el rendimiento según los tratamientos. Según el análisis de varianza, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), con un coeficiente de variación del 5,72%, indicando que el modelo explicó gran parte de la variabilidad observada. T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) presentó el mayor rendimiento con 2313,43 kg/ha, seguido de T4 (Semilla híbrida trueno, 1 L/ha) con 2284,01 kg/ha, ambos en la categoría "B". Los tratamientos T6 (Semilla híbrida trueno, sin aplicación) y T5 (Semilla híbrida DKB-399, sin aplicación) mostraron los promedios más bajos, con 1606,23 y 1692,33 kg/ha respectivamente.

Tabla 10.
Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	24	0,93	0,89	5,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2262269,38	8	282783,67	24,02	<0,0001
Repeticiones	259459,06	3	86486,35	7,35	0,0030
Híbridos	2002810,32	5	400562,06	34,03	<0,0001
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	176557,32	15	11770,49		
Total	2438826,71	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11770,4883 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2313,43	4	121,30 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	2284,01	4	121,30 A
T2 Semilla híbrida trueno ..	1746,83	4	121,30 B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	1728,06	4	121,30 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	1692,33	4	121,30 B
T6 Semilla híbrida trueno	1606,23	4	121,30 B

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

Elaborado por: La Autora, 2025

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

La tabla presenta un análisis económico profundo de diferentes tratamientos de cultivo de maíz, incluyendo el precio comercial, la ganancia bruta, la ganancia neta y la relación beneficio-costos para cada uno. T3 Semilla híbrida DKB-399 se destaca con la producción más alta en 2313.43 kg/ha, ganancia bruta de 5482.84, ganancia neta de 3132.84 y relación beneficio-costos de 2.33, lo que lo convierte en el tratamiento económicamente más eficiente. T2 Semilla híbrida blanco también tuvo un buen desempeño con una producción de 1740.83 kg/ha, una ganancia bruta de 4139.99, una ganancia neta de 1849.99 y una relación beneficio-costos de 1.81. En contraste, T6 Semilla híbrida blanco tuvo las cifras más bajas de producción, ganancia y costo-beneficio. En general, los datos proporcionan una evaluación económica integral de los diferentes enfoques de cultivo de maíz.

Tabla 11.
Análisis económico del cultivo de Maíz

Tratamientos	REND. kg/ha	PRECIO COMERCIAL (\$/Kg)	BIEN BRUTO \$	COSTO DE PROD \$	BIEN/NETO \$	RELACIÓN B/C
T1 Semilla híbrida DKB-399 0,5L	1728,06	2,37	4095,50	2300	1795,50	1,78
T2 Semilla híbrida trueno 0,5L	1746,83	2,37	4139,99	2290	1849,99	1,81
T3 Semilla híbrida DKB-399 1L	2313,43	2,37	5482,84	2350	3132,84	2,33
T4 Semilla híbrida trueno 1L	2284,01	2,37	5413,10	2370	3043,10	2,28
T5 Semilla híbrida DKB-399	1692,33	2,37	4010,81	2110	1900,81	1,90
T6 Semilla híbrida trueno	1606,23	2,37	3806,77	2115	1691,77	1,80

Elaborado por: La Autora, 2025

5. DISCUSIÓN

En el presente estudio, la aplicación de silicato potásico demostró efectos significativos en el rendimiento del cultivo de maíz, particularmente en los tratamientos T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) y T4 (Semilla híbrida trueno, 1 L/ha), que alcanzaron los mayores rendimientos de 2313,43 y 2284,01 kg/ha respectivamente. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas, como la de Senasica (2023), que resaltaron la capacidad del silicato de potasio para mejorar la estructura celular, aumentar la tolerancia al estrés y promover un mejor desarrollo del cultivo, lo cual concuerda con Rodríguez (2020), quien destaca que el silicio refuerza la arquitectura de las plantas y aumenta su resistencia.

Los hallazgos de este estudio se alinean con la revisión de Rodríguez (2020), quien destacó la capacidad del silicio para mejorar la resistencia al estrés biótico y abiótico en cultivos agrícolas. Nuestros resultados muestran mejoras significativas en parámetros como altura de planta (hasta 2,41 m), número de mazorcas por planta (2,00) y rendimiento, lo que respalda el potencial del silicato potásico como herramienta para optimizar la producción de maíz. Velasco (2020) sugiere que la adición de silicio a la fertilización convencional puede ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento del maíz. Sin embargo, es importante mencionar que los resultados pueden variar dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y la variedad de maíz utilizada.

La variabilidad en la respuesta agronómica observada entre los híbridos de maíz concuerda con estudios anteriores que resaltan la importancia de la interacción entre nutrientes y características genéticas. Por ejemplo, Vargas (2020) en Finca La Vega, Costa Rica, ya había señalado la necesidad de comprender las interacciones específicas entre nutrientes y su impacto en el crecimiento del maíz, lo cual se corrobora en nuestros resultados donde los híbridos respondieron de manera diferente. A la aplicación de silicato potásico, Sevilla (2021), quien evidenció mejoras significativas en el rendimiento mediante el uso equilibrado de nutrientes incluyendo silicatos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La aplicación de silicato potásico mostró efectos positivos significativos en el cultivo de maíz, mejorando variables agronómicas como altura de planta, número de mazorcas por planta y rendimiento. El tratamiento T3 (Semilla híbrida DKB-399, 1 L/ha) destacó por su mejor desempeño, con un rendimiento máximo de 2313,43 kg/ha y una relación beneficio-costos de 2,33.

La aplicación de silicato potásico impactó positivamente diversos parámetros agronómicos, incluyendo altura de planta, número de mazorcas por planta y longitud de mazorcas, con incrementos significativos en comparación con los tratamientos sin aplicación.

El análisis económico reveló que los tratamientos con aplicación de silicato potásico (T3 y T4) superaron significativamente a los tratamientos sin aplicación, tanto en rendimiento como en beneficio económico, lo que sugiere la viabilidad de esta estrategia de fertilización en la producción de maíz.

6.2 Recomendaciones

Implementar la aplicación de silicato potásico en la dosis de 1 L/ha, especialmente con el híbrido DKB-399, para optimizar el rendimiento y beneficio económico del cultivo de maíz.

Realizar estudios complementarios para evaluar el efecto del silicato potásico en diferentes condiciones edafoclimáticas y con una mayor variedad de híbridos de maíz, para así considerar la aplicación de silicato potásico como una estrategia de manejo para mejorar la tolerancia al estrés y el desarrollo general del cultivo de maíz.

Desarrollar protocolos de aplicación que optimicen la eficiencia del silicato potásico, considerando factores como etapa de crecimiento, método de aplicación y dosis para así fomentar la investigación continua sobre el uso de silicatos en cultivos agrícolas para desarrollar estrategias de producción más sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de producción Artículo 49.- Protección y recuperación. <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/Ley-Organica-de-Tierras-Rurales-y-Territorios-Ancestrales.pdf>
- Barrientos, G. (2017). *Diversidad genética del maíz criollo y su conservación in situ en huertos familiares de la Zona Norte de Costa Rica*. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14858/TFG_Guido%20Barrientos%20Matamoros.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Capitata, J. (2013). Labores culturales del cultivo de maíz. Siembra. *Agronomía Costarricense*, 39-51.
- Chanataxi, M. (2016). Respuesta del cultivo de maíz dulce var. bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero. Quito, Ecuador.
- Chemie. (2023). Fertilizante orgánico mineral. <https://chemiesa.com/wp-content/uploads/2019/04/Silikum-FT-OK.pdf>
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010) Según la Constitución de la República sección. https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Estrada, M. (2020). Efecto de tres programas de nutrición en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en tres híbridos Emblema, Advanta y Gladiador, en el Cantón Montalvo, Provincia Los Ríos, Guayas, Ecuador.
- Fuentes, J. (2011). *Plagas del cultivo de maíz*. Arequipa, Peru: Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa.
- García, L. (2016). *Recolección de mazorca de maíz*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPS-T00102.pdf>
- Gavilán, A. (2013). *Fertilización del cultivo de maíz*. Manual técnico inia. Chile.
- Guzmán, D. (2017). "Etapas fenológicas del maíz (*Zea mays* L.). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25123/1/tesis%20>

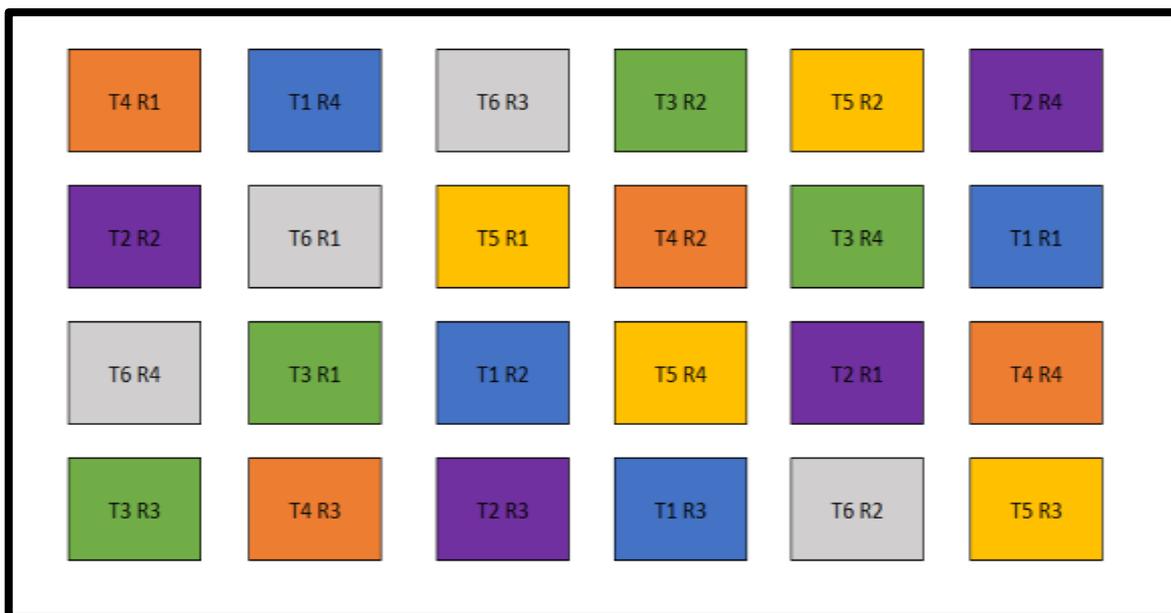
29%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20%20Guzman%20Dennys
%2

- Hidalgo , M. (2018). Evaluación morfológica y fisiológica de arquetipos de maíz. .
Obtenido de <https://www.biopasos.com/biblioteca/Evaluacion-morfologica-fisiologica-maiz-tesis.pdf>
- Macuri, E. (2016). “Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (*Zea mays* L) en la sierra baja y media del Perú”. Lima, Perú.
- MAGAP. (2019). Importancia económica del cultivo de maíz.
<https://www.agricultura.gob.ec/magap-fortalece-la-comercializacion-de-maiz-amarillo-duro/>
- Masaquiza, J. (2016). *Valoracion del rendimiento de maíz (zea mays)*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24084/1/tesis%20005%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20%20Juan%20carlos%20Masaquiza%20-%20cd%20005.pdf>
- Nieto, D. (2022). *Silicato de potasio como potencializador de fungicidas contra Botrytis cinerea en zarzamora*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018533092022000200009&script=sci_arttext&tlng=es
- Prado, L. (2020). *Silicato de potasio en la resistencia de los cultivos*. La Habana : s.n., 2020, cultrop vol.36 , Vol. Vol. 36.
- Rodríguez, L., & Pérez, A. (2019). El silicio en la resistencia de los cultivos. Ediciones INCA. <https://ediciones.inca.edu.cu>
- Salazar, N. (2017). Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*zea mays* l.) Canaán 2735 msnm -Ayacucho.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2658/TESIS%20AG1162_Men.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sevilla, P. (2021). Respuesta del maíz (*Zea mays*) a la aplicación de tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno en la zona de Quinsaloma, Quevedo.

- Senasica. (2023). Regulación de rasgos agronómicos, absorción de nutrientes, osmolitos y antioxidantes del maíz influenciados por el silicato de potasio exógeno. <https://prod.senasica.gob.mx>
- Sierra, M. (2020). Semilla de maíz variación de tamaño, color y forma https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S165921201000
- Sornoza , L. (2014). Taxonomía del cultivo de Maíz I (Zea mays). Reduca (Biología). Serie Botánica, 151-171.
- Suárez, M. (2020). Daños ocasionados por el uso desmedido de plaguicidas. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- Tobar, M., (2012). Semilla DKB-399. Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Toledo, C. (2016). Labores culturales del cultivo de maíz. Scielo, 233- 239.
- Vargas, C. (2020). Incorporación del silicato de magnesio en la fertilización mineral del cultivo de maíz (Zea mays L.) en Finca La Vega, San Carlos, Costa Rica. <https://www.researchgate.net/publication/329280727>
- Veintimilla, C. (2021). Características climáticas del cultivo de maíz. Scielo, 85-91.
- Velasco, A. (2020). *Fertilización con silicato de potasio, para la producción de nochebuena*. <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/141>
- Vélez , A. (2018). *Estudio productivo de maíz sembrado en pendiente y determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1282/1/UNESUM-ECUADOR-AGROPECUARIA-2018-12.pdf>

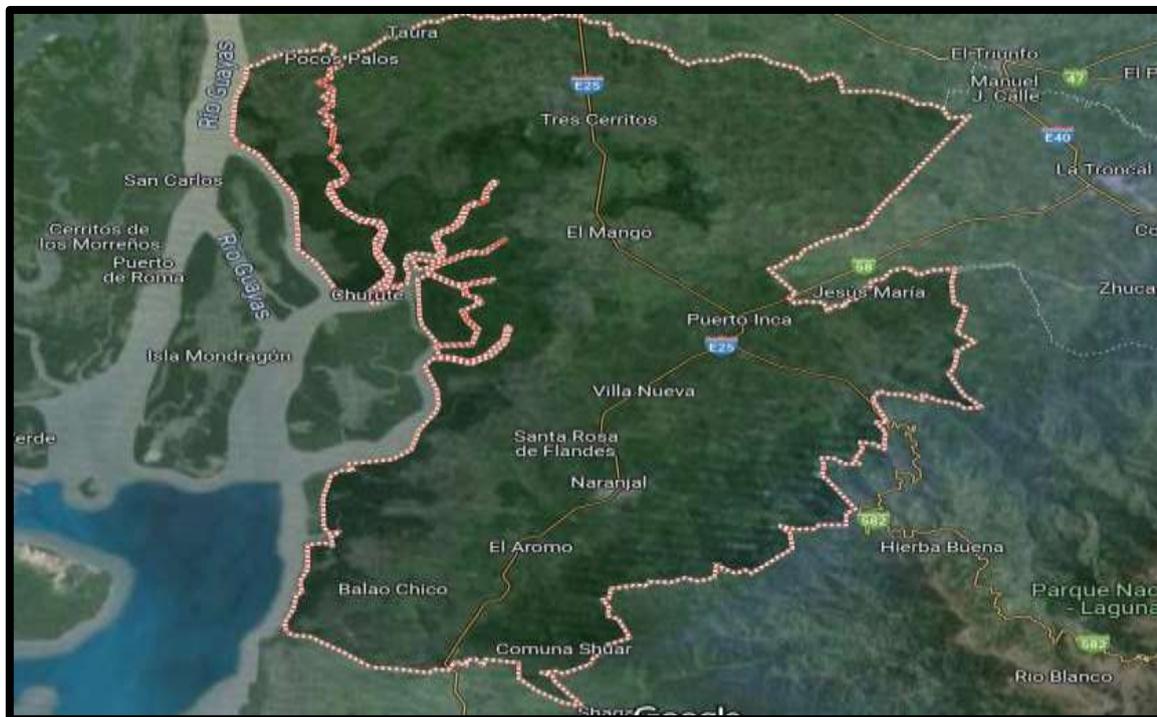
ANEXOS

Figura 1.
Croquis del estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 2.
Ubicación satelital del estudio



Fuente: Google Maps, 2025

Figura 3.
Medición altura de planta



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 4.
Toma de datos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 5.
Peso de 100 granos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 6.
Visita del docente guía



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 7.
Registro del peso de los granos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 8.
Medición de longitud de mazorcas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 9.
Clasificación de mazorcas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 10.
Selección y Clasificación de mazorcas



Elaborado por: La Autora, 2025

APENDICÉS

Tabla 12.
Análisis de la varianza altura de planta

Altura de la planta (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (m)	24	0,90	0,85	1,55

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	8	0,02	17,63	<0,0001
Repeticiones	0,06	3	0,02	14,65	0,0001
Híbridos	0,13	5	0,03	19,43	<0,0001
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	0,02	15	1,3E-03		
Total	0,20	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0013 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T4 Semilla híbrida trueno ..	2,41	4	0,04 A
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2,38	4	0,04 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	2,33	4	0,04 B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	2,32	4	0,04 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	2,23	4	0,04 C
T6 Semilla híbrida trueno	2,20	4	0,04 C

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0013 gl: 15

Dosis	Medias	n	E.E.
1 L	2,39	8	0,03 A
0,5 L	2,33	8	0,03 B
0	2,22	8	0,03 C

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

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 13.
Análisis de la varianza mazorca por planta

Mazorcas por planta (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta (n)	24	0,72	0,57	22,22

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,33	8	0,54	4,88	0,0041
Repeticiones	0,33	3	0,11	1,00	0,4199
Híbridos	4,00	5	0,80	7,20	0,0013
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1,67	15	0,11		
Total	6,00	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1111 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T4 Semilla híbrida trueno ..	2,00	4	0,37 A
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2,00	4	0,37 A
T1 Semilla híbrida DKB-399..	1,50	4	0,37 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	1,50	4	0,37 A B
T6 Semilla híbrida trueno	1,00	4	0,37 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	1,00	4	0,37 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1111 gl: 15

Dosis	Medias	n	E.E.
1 L	2,00	8	0,26 A
0,5 L	1,50	8	0,26 B
0	1,00	8	0,26 C

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

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 14.
Análisis de la varianza longitud de mazorca

Longitud de la mazorca (cm):

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la mazorca (cm)..	24	0,79	0,68	1,97

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,48	8	0,93	7,24	0,0005
Repeticiones	6,02	3	2,01	15,55	0,0001
Híbridos	1,46	5	0,29	2,26	0,1016
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1,93	15	0,13		
Total	9,41	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1290 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	18,68	4	0,40 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	18,25	4	0,40 A B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	18,25	4	0,40 A B
T2 Semilla híbrida trueno ..	18,13	4	0,40 A B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	18,05	4	0,40 B
T6 Semilla híbrida trueno	17,88	4	0,40 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1290 gl: 15

Dosis	Medias	n	E.E.
1 L	18,46	8	0,28 A
0,5 L	18,19	8	0,28 A B
0	17,96	8	0,28 B

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

Elaborado por: La Autora, 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):	24	0,64	0,45	2,04

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,36	8	1,92	3,39	0,0199
Repeticiones	10,65	3	3,55	6,27	0,0057
Híbridos	4,71	5	0,94	1,66	0,2041
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	8,49	15	0,57		
Total	23,85	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5661 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	37,40	4	0,84 A
T2 Semilla híbrida trueno ..	37,15	4	0,84 A
T5 Semilla híbrida DKB-399..	36,98	4	0,84 A
T1 Semilla híbrida DKB-399..	36,85	4	0,84 A
T6 Semilla híbrida trueno	36,23	4	0,84 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	36,23	4	0,84 A

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5661 gl: 15

Dosis	Medias	n	E.E.
0,5 L	37,00	8	0,59 A
1 L	36,81	8	0,59 A
0	36,60	8	0,59 A

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

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 16.
Análisis de la varianza Rendimiento (Kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	24	0,93	0,89	5,72

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2262269,38	8	282783,67	24,02	<0,0001
Repeticiones	259459,06	3	86486,35	7,35	0,0030
Híbridos	2002810,32	5	400562,06	34,03	<0,0001
Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Híbridos*Dosis	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	176557,32	15	11770,49		
Total	2438826,71	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11770,4883 gl: 15

Híbridos	Medias	n	E.E.
T3 Semilla híbrida DKB-399..	2313,43	4	121,30 A
T4 Semilla híbrida trueno ..	2284,01	4	121,30 A
T2 Semilla híbrida trueno ..	1746,83	4	121,30 B
T1 Semilla híbrida DKB-399..	1728,06	4	121,30 B
T5 Semilla híbrida DKB-399..	1692,33	4	121,30 B
T6 Semilla híbrida trueno	1606,23	4	121,30 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11770,4883 gl: 15

Dosis	Medias	n	E.E.
1 L	2298,72	8	85,77 A
0,5 L	1737,45	8	85,77 B
0	1649,28	8	85,77 B

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

Elaborado por: La Autora, 2025