



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

**APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE ÁCIDOS
CARBOXÍLICOS EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ (*Zea
mays*), CERECITA - GUAYAS**
TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
AROCA TORRES JOEL RENE

TUTOR
Ing. MACIAS HERNANDEZ DAVID, MSc.

MILAGRO - ECUADOR

2023



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **MACIAS HERNANDEZ DAVID, M.Sc**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ (*Zea mays*), CERECITA - GUAYAS”**, realizado por el estudiante **AROCA TORRES JOEL RENE**; con cédula de identidad **N.º 0958253858** de la Carrera Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”, Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” - Milagro, 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. Macías Hernández David MSc.

Milagro, 17 de octubre del 2023



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: “**APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ (*Zea mays*), CERECITA - GUAYAS**”, realizado por el estudiante **AROCA TORRES JOEL RENE**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Centanaro Quiroz Paulo, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Martínez Carriel Tayron, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Gavilánez Luna Freddy, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 17 de octubre del 2023

Dedicatoria

Con profundo afecto dedico este proyecto a mi querida familia, en especial a mis amados padres, Nancy Torres Martínez y Rene Aroca Zapata, por ser los pilares fundamentales en mi vida y mi educación. Su amor incondicional, inquebrantables valores e incansables sacrificios han podido brindarme los medios para llegar a donde estoy hoy en día. Por su amor, sus consejos, por enseñarme todo lo que sé y por hacerme el hombre que soy. ¡Este logro es por ustedes!

Agradecimiento

Infinitamente agradecido con mis padres, por estar para mi cada vez que lo necesitaba; dándome ánimos, ayudándome con sus conocimientos y en ocasiones con su esfuerzo físico. A mis familiares y amigos cercanos por su apoyo.

Un agradecimiento especial, con mucho cariño y admiración a los ingenieros catedráticos: Giniva Guiracocha, David Macias, Freddy Gaviláñez, Francisco Suárez y Flor Dorregaray por ser aquellos profesores quienes con su amor por la enseñanza me motivaron a seguir adelante con mis objetivos académicos.

A los ingenieros Joel Figueroa, Benjamín Cárdenas y Byron Mendoza, por su apoyo, conocimientos y consejos durante el proceso de elaboración de este proyecto.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **AROCA TORRES JOEL RENE**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“APLICACIÓN COMPLEMENTARIA DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ (Zea mays), CERECITA - GUAYAS”** 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 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.

AROCA TORRES JOEL RENE

C.I: 0958253858

Milagro, 17 de octubre del 2023

Índice general

Portada.....	1
Aprobación del tutor.....	2
Aprobación del tribunal de sustentación.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Autorización intelectual.....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras.....	11
Resumen.....	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación.....	17
1.5 Objetivo general.....	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis.....	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado de arte.....	19
2.2 Bases Teóricas.....	21

2.2.1 Clasificación taxonómica.....	21
2.2.2 Descripción botánica de la planta.....	21
2.2.3 Requerimientos del cultivo.....	24
2.2.4 Características de los productos a usarse.....	28
2.3 Marco legal.....	30
2.3.1 Constitución del Ecuador.....	30
2.3.2 Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales.....	31
2.3.4 Leyes de Desarrollo Agrario.....	32
2.3.5 Plan Nacional del Buen Vivir.....	33
3. Materiales y métodos.....	34
3.1 Enfoque de la investigación.....	34
3.1.1 Tipo de investigación.....	34
3.1.2 Diseño de investigación.....	34
3.2 Métodos.....	34
3.2.1 Variables.....	34
3.2.2 Tratamientos.....	35
3.2.3 Diseño experimental.....	35
3.2.4 Recolección de datos.....	35
3.2.5 Análisis Estadístico.....	39
4. Resultado.....	40
4.1 Efecto de los tratamientos en el desarrollo fenológico de la planta de maíz.....	40
4.1.1 Atura de las plantas.....	40
4.1.2 Grosor del tallo.....	41
4.2 Efecto de las formulaciones propuestas en la producción del maíz, y el rendimiento del cultivo.....	41

4.2.1 Longitud y diámetro de la mazorca.....	42
4.2.2 Peso de 100 granos.....	42
4.2.3 Rendimiento (kg/ha).....	43
4.2.4 Relación grano/tuza.....	44
4.3 Utilidad económica los tratamiento a través de la metodología del CIMMYT..	44
5. Discusión.....	46
6. Conclusiones.....	48
7. Recomendaciones.....	49
8. Bibliografías.....	50
9. Anexos.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos por evaluar en el cultivo de maíz.....	35
Tabla 2. Diseño experimental del proyecto.....	39
Tabla 3. Modelo ANDEVA.....	39
Tabla 4. Promedios de altura de la planta de maíz.	40
Tabla 5. Promedios de grosor del tallo.	41
Tabla 6. Promedios de longitud y diámetro de mazorca.	42
Tabla 7. Promedios de peso de 100 granos.	43
Tabla 8. Promedios de rendimiento.	43
Tabla 9. Relación grano/tusa.	44
Tabla 10. Relación beneficio/costo.	45
Tabla 11. Análisis económico según recomendación del CIMMYT	63

Índice de figuras

Figura 1. Dimensiones del experimento.....	58
Figura 2. Área útil de la parcela experimental.....	58
Figura 3. Análisis de varianza de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra	59
Figura 4. Análisis de varianza de la altura de la planta a los 60 días después de la siembra.....	59
Figura 5. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 30 días después de la siembra	60
Figura 6. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 60 días después de la siembra.....	60
Figura 7. Análisis de varianza de la longitud de la mazorca.....	61
Figura 8. Análisis de varianza del diámetro de la mazorca.....	61
Figura 9. Análisis de varianza del peso de 100 granos.....	62
Figura 10. Análisis de varianza de la relación grano-tuza.....	62
Figura 11. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea.....	63
Figura 12. Ubicación del trabajo experimental, Cerecita – Guayas.	64
Figura 13. Preparación del terreno para la siembra.	64
Figura 14. Siembra y elaboración de los bloques experimentales.	65
Figura 15. Emergencia de las plántulas de maíz del experimento	65
Figura 16. Aplicación de fertilizante DAP a los 5 días des de siembra (DDS)	66
Figura 17. Ácidos carboxílicos testeados en el ensayo experimental.	66
Figura 18. Materiales por usarse durante la aplicación de los tratamientos.	67
Figura 19. Preparación y aplicación de los tratamientos (10 DDS).	67
Figura 20. Control manual de malezas.	68

Figura 21. Aplicación de Urea a los 15 días después de la siembra.....	68
Figura 22. Realeo para control poblacional.	69
Figura 23. Preparación y aplicación de los tratamiento a los 20 DDS.	69
Figura 24. Toma de datos de la variable altura de planta a los 30 DDS.....	70
Figura 25. Toma de datos de la variable grosor del tallo a los 30 DDS.....	70
Figura 26. Visita del tutor al área experimental.....	71
Figura 27. Toma de datos de la variable altura de planta a los 60 DDS.....	71
Figura 28. Preparación para la cosecha.	72
Figura 29. Cosecha de las unidades experimentales.	72
Figura 30. Toma de datos de las variables longitud y diámetro de la mazorca.	73
Figura 31. Toma de datos de humedad de la semilla.....	73

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes formulaciones nutricionales complementarias a base de ácidos carboxílicos en el cultivo de maíz en el recinto Cerecita, provincia del Guayas. El estudio se basa en la importancia económica del maíz en Ecuador y en la necesidad de un adecuado manejo de los fertilizantes para maximizar los beneficios del cultivo. Se planteó la hipótesis de que el uso de ácidos carboxílicos puede mejorar el desarrollo fenológico, la producción y el rendimiento del cultivo de maíz. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con 11 tratamientos y 3 repeticiones, con un número total de 33 bloques de 4 metros de ancho por 5 de largo. Los datos obtenidos fueron evaluados mediante una prueba de Tuckey al 5%. Se encontró que el tratamiento 8 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 0.5 L/ha) mostró los mayores promedios de altura de las plantas a los 30 y 60 días, pero el tratamiento 3 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 1 Lt/ha) fue el más favorable en términos de grosor del tallo. El tratamiento 11 (Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn a 0.5 L/ha) mostró los mayores promedios en cuanto al diámetro y longitud de la mazorca. Sin embargo, el tratamiento 3 presentó el mayor promedio en cuanto al peso de 100 semillas. Finalmente, el tratamiento 9 (SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP a 0.5 L/ha) fue el más favorable en términos de rendimiento y relación beneficio/costo con un valor de 1,71. Comprobando así la hipótesis planteada en la investigación.

Palabras claves: ácidos orgánicos, agentes complejantes, bioestimulantes.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the effect of different complementary nutritional formulations based on carboxylic acids on the corn crop in Cerecita, Guayas province. The study is based on the economic importance of corn in Ecuador and the need for adequate fertilizer management to maximize the benefits of the crop. It is hypothesized that the use of carboxylic acids can improve phenological development, production, and the maize crop yield. A randomized complete block design with 11 treatments and 3 replications was used, with a total number of 33 blocks of 4 meters wide by 5 meters long. The data obtained were evaluated using a 5% Tuckey test. It was found that treatment 8 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb at 0.5 L/ha) showed the highest plant height averages at 30 and 60 days, but treatment 3 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb at 1 Lt/ha) was the most favorable in terms of stem thickness. Treatment 11 (Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn at 0.5 L/ha) showed the highest averages in terms of ear diameter and ear length. However, treatment 3 showed the highest average for 100-seed weight. Finally, treatment 9 (SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP at 0.5 L/ha) was the most favorable in terms of yield and benefit/cost ratio whit a 1,71 value. Proving the hypothesis put forward in the research.

Keywords: organic acids, complexing agents, biostimulants.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema.

Al ser un cultivo tan globalizado y de usos múltiples que van desde materia prima para la agroindustria hasta el consumo humano y animal, el maíz (*Zea mays*) se ha convertido en uno de los cereales más importantes alrededor del mundo. Entre los principales motivos de su éxito, se cuenta la capacidad de adaptación que posee, así, soporta diversos tipos de condiciones edafoclimáticas, en especial en el continente americano donde es cultivado en la mayoría de los países.

La producción de maíz es una actividad de suma importancia en la economía de las familias ecuatorianas. Como consecuencia negativa de ello, el incremento de las áreas de siembra de este plantío ha aumentado la demanda de terreno para cultivar, alterando los ecosistemas naturales presentes en la región, así como el uso de productos químicos que puedan suplir sus necesidades nutricionales.

Lo arriba señalado se conecta con el hecho de que el rendimiento del maíz depende en gran medida de la suplementación correcta de la demanda nutricional durante todo su proceso de desarrollo fenológico. Los requerimientos nutricionales específicos de este cultivo han llevado al agricultor a implementar el uso de enmiendas químicas que puedan complementar los nutrientes presentes en sus suelos, sin embargo, en algunas ocasiones el mal manejo de estos y el desconocimiento terminan generando más daños en lugar de beneficios.

El empleo de fertilizantes de aplicación foliar es una forma de complementar la deficiencia de nutrientes que el suelo no puede brindar a la planta. Su uso ha ido en aumento debido a que es una actividad que no genera grandes costos y brindan una nutrición balanceada, lo que permite al agricultor tener resultados eficientes al momento de fertilizar el cultivo.

El uso de ácidos carboxílicos en fertilizantes de complementación ha generado mucho interés en los últimos años, pues esta mezcla no solo aporta nutrientes al cultivo, sino que también le brinda a la rizosfera de las plantas de ciclo corto la facultad necesaria para una mayor asimilación de nutrientes y agua.

1.2 Planteamiento y formulación del problema.

1.2.1 Planteamiento del problema

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021) señala que del 100% del maíz producido en el Ecuador durante 2021, el 10,84% proviene de la provincia del Guayas y de éste, solo el 7,15% fue obtenido bajo condiciones de supervisión técnica. El porcentaje restante fue manejado con base en conocimientos ancestrales adquiridos por el agricultor.

En el recinto Cerecita, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, la siembra de maíz es una práctica que se ejecuta principalmente de manera tradicional, donde las familias agricultoras manejan el cultivo a pequeña escala como una actividad de sustento económico para el hogar. En este entorno, diversos factores como los elevados costos de fertilizantes, el desconocimiento en cuanto a dosificaciones y la poca tecnificación del cultivo, no permiten mayores ganancias a los campesinos, llegando incluso en ocasiones a tener pérdidas económicas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es la respuesta del maíz a varias formulaciones nutricionales complementarias con base en ácidos carboxílicos de aplicación foliar en Cerecita, provincia del Guayas?

1.3 Justificación de la investigación

Al ser Cerecita una zona de actividad maicera, los agricultores buscan formas de tener plantas fuertes, bien nutridas y que les brinden cosechas abundantes, así

como mayores ingresos para el sustento de sus familias. Pero cuando la cantidad de nutrientes en el suelo empieza a escasear, el crecimiento de las plantas y el rendimiento es reducido; se esperaría entonces que el uso de fertilizantes contribuya a incrementarlo. En este contexto, es importante realizar pruebas de los diferentes productos presentes en el mercado para encontrar una combinación que pueda satisfacer las necesidades tanto nutricionales del cultivo, así como las económicas de los agricultores de este recinto.

Se plantea establecer un análisis de beneficios económicos en base al manual de formulaciones del (CIMMYT) para así llegar a la conclusión de saber si los productos a base de ácidos carboxílicos brindan al agricultor la ayuda que promete.

1.4 Delimitación de la investigación

Este trabajo de investigación se efectuó en el Recinto Cerecita de la ciudad de Guayaquil perteneciente a la provincia del Guayas entre febrero y julio del 2023.

1.5 Objetivo general

Evaluar la respuesta del maíz a varias formulaciones nutricionales complementarias a base de ácidos carboxílicos de aplicación foliar en el recinto Cerecita cantón Guayaquil provincia del Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Calcular el efecto de los tratamientos en el desarrollo fenológico de la planta de maíz.
- Apreciar el efecto de las formulaciones propuestas en la producción del maíz, mediante el tamaño de mazorcas, peso de los granos, peso de la mazorca y el rendimiento del cultivo.
- Establecer la utilidad económica de cada tratamiento a través de la metodología del CIMMYT

1.7 Hipótesis

Una de las formulaciones nutricionales complementarias evaluadas genera cambios beneficiosos en la producción, el desarrollo de la planta y el rendimiento del cultivo.

2. Marco teórico

2.1 Estado de arte

Carranza (2020), evaluó el efecto de dos biofertilizantes complementarios en el cultivo de maíz en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas. Utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el cual constó de cuatro tratamientos, siendo estos; T1: Evegreen, T2: Biojal, T3: Evegreen + Biojal y T4: testigo, cada tratamiento constaba de diez repeticiones. Para estimar los resultados consideró variables como la altura de la planta, el peso y el tamaño de la mazorca, adicionalmente efectuó un análisis de beneficio costo para saber cuál fue el mejor tratamiento. El tratamiento tres que consistía en la mezcla de los biofertilizantes Evegreen y Biojal, mostró mejores resultados, llegando a tener mazorcas de hasta 30 cm y 395 g, en cuanto al rendimiento los tratamientos tres y cuatro fueron los que presentaron los mejores resultados, siendo estos de 15,799 y 14,599 kg/ha respectivamente. Por otra parte, con respecto al análisis económico de beneficio-costos, el valor más alto fue de 1,64 puntos pertenecientes al tratamiento tres.

Lazo (2017), estudió el efecto que tiene el uso de fertilizantes a base de ácidos carboxílicos en el cultivo de sandía en la Comuna Calicanto Provincia Santa Elena. Utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el cual constó de cinco tratamientos, siendo estos diferentes dosificaciones de un mismo fertilizante a base de ácidos carboxílicos; T1: 250 cc/ha, T2: 350 cc/ha, T3: 500 cc/ha, T4: 2 l/ha y T5: 0 cc/ha, con cuatro repeticiones cada uno. En cuanto a las variables medidas, estas fueron la altura de planta (cm), días a la floración y longitud de las guías (cm) a los 15, 30 y 45 días, también se evaluaron el número de frutos por planta, el peso (gr), diámetro y longitud (cm) de los frutos y el rendimiento (kg/ha), Se efectuó además un análisis económico. Para la comprobación de diferencias estadísticas realizó un

prueba de Tukey al 5% de probabilidad. El tratamiento dos (T2) fue el que tuvo una mejor reacción, presentando un adelanto en los periodos de floración de 1.2 días, un rendimiento de 35 815 kg/ha y una rentabilidad costo/beneficio de 7,22 puntos.

En la ciudad de Zamorano – Honduras se realizó un trabajo de investigación para conocer los efectos que tienen los fertilizantes con formulaciones de ácidos carboxílicos en el suelo y una variedad comercial de frijol conocida como Amadeus 77. Dicha investigación fue realizada por Abascal (2018), quien para este trabajo evaluó seis tratamientos de tres productos: Promesol 5X, Nutrisorb L y Mycoral R, más un testigo que sirvió de comparación entre los tratamientos. El autor usó un arreglo factorial de 6x2 en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Para el análisis estadístico el autor se ayudó con el programa SAS 9.4 usando la prueba de Fisher al 5%. Como resultado, el autor encontró que la combinación de Promesol 5X y Nutrisorb L presentaron un efecto positivo en el desarrollo radicular y el rendimiento del cultivo en comparación al uso de Mycoral R y el testigo, sin embargo, el autor concluye que resulta económicamente mejor el no hacer uso de ningún producto.

La fertilización foliar en el cultivo de maíz es una práctica no muy frecuente entre la comunidad productora de la zona de Guayaquil, Ecuador. Es por esto que Aguirre (2018), evaluó el uso de siete dosis diferentes de un fertilizante foliar en maíz, el fertilizante evaluado conocido comercialmente como “Peka”, fue ordenado en un arreglo experimental de diseño de bloques completamente al azar, en el cual evaluó características como: altura de planta (cm), altura de inserción de mazorca (cm), longitud y diámetro de la mazorca (cm), así como también, el número de hileras de granos por mazorca, el peso de la mazorca (g) y el rendimiento (kg/ha), de la misma manera, se incluyó un análisis económico de los tratamientos. Como resultados del

experimento, la autora encontró que la dosis de 1.5 L/ha del fertilizante fue la que mejores resultados obtuvo, teniendo como promedio un rendimiento de 8410 kg/ha y un retorno marginal con una tasa de 3898.12%.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Clasificación taxonómica

Sánchez, Pérez y Carril (2014), indican que, el cultivo de maíz tiene la siguiente clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: mays

Nombre: científico: *Zea mays* L

2.2.2 Descripción botánica de la planta

El maíz es un cultivo de ciclo corto con orígenes en Mesoamérica el cual se ha extendido a nivel mundial siendo uno de los cultivos más consumidos.

El maíz, como cultivo, se originó aproximadamente entre los años 8,000 y 600 AC en la región de Mesoamérica, que incluye principalmente las áreas de México y Guatemala. Es probable que su surgimiento haya tenido lugar a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, ubicado a unos 500 km al oeste de la Ciudad de México (Fuentes, 2022).

Paliwal (2001), define a la planta de maíz como una herbácea de gran altura que consta de un solo tallo que posee alrededor de hasta 30 hojas. Tiene un sistema

radical fibroso que le ayuda a evitar volcamientos, En cuando a la inflorescencia, las flores masculinas aparecen a partir las ramificaciones de la espiga central ubicada en la parte final superior de la planta, las flores femeninas son de inflorescencia axilar, las cuales una vez fecundadas forman la mazorca, llegando a tener de ocho a 16 hileras de granos (semillas).

- **Plántula**

Endicott, Brueland, Keith, Schon, Bremer, Farnham, DeBruin, Clausen, Strachan y Carter (2014), mencionan que, luego de la siembra, la semilla comienza a hincharse y germinar, proceso que tarda entre tres a siete días dependiendo de la temperatura del suelo, en estos días, la radícula comienza a desarrollarse a través de la coleorriza elongada que sale del pericarpio. A la par, del otro extremo de la semilla, cubierta por el coleóptilo hace su emergencia la plúmula. Si las condiciones de humedad y temperatura son las adecuadas, la plántula emergerá al cabo de cuatro o cinco días.

Guzmán (2017), expresa que, los primeros días después del brote de la radícula y la elongación del hipocótilo son conocidos como estado vegetativo inicial, el cual comienza con la aparición de la primera hoja y la formación del primer par de hojas verdaderas. Cerca de los trece días, en el ápice del futuro tallo, se comienzan a formar todas las hojas y espigas que la planta podría llegar a tener, las cuales se encuentran aún por debajo de la superficie del suelo.

- **Sistema radicular**

Feldman (1994), afirma en su libro que, las raíces principales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla, iniciando desde el primer nudo del mesocotilo comienzan su crecimiento las primeras raíces adventicias, estas crecen hasta convertirse en una gruesa red de raíces filamentosas.

En su guía sobre el cultivo de maíz, Ortigoza, López y González (2019) enseñan que, el sistema de raíces proveniente de la semilla puede estar activo durante todo el tiempo de vida de la planta, sin embargo, sus funciones pasan a segundo plano con el pasar del tiempo.

Polles (2018) menciona que, En la etapa de desarrollo fenológico, a la altura de dos o tres nudos del suelo se comienzan a desarrollar algunas raíces adventicias cuya principal función es servir como anclaje de la planta, mantenerla erecta y evitar su volcamiento ante condiciones normales.

- **Sistema caulinar**

El tallo es erecto, su desarrollo comienza a ser más visible partir de la observación de la tercera hoja luego de la siembra. Tal como señala Poething (1994), el fitómetro consta de cuatro estructuras: los internudos, el perfilo, las hojas y el meristemo apical. Dentro del tallo se encuentra un eje principal formado por una capa porosa blanca donde se almacenan las reservas de alimento de la planta, en especial los azúcares.

- **Hojas**

Ortas (2008) describe a las hojas del maíz como similares a otras gramíneas; crecen de manera alternada a lo largo del tallo, gruesas, dentadas en los bordes con nervaduras longitudinales. Nacen enrolladas en los nudos del tallo y dependiendo de la variedad, una planta de maíz puede llegar a tener 20 o 30 hojas.

- **Inflorescencia**

El maíz es una planta monoica, por lo que posee aparatos reproductivos en lugares distintos de la misma planta. Cruz (2013), enseña que el desarrollo de la panícula ocurre antes que el de la mazorca, durante la inflorescencia masculina los internudos comienzan a empujar el punto de crecimiento hacia arriba en el

transcurso de la fase de elongación del tallo, finalizando con la aparición de la espiga, la cual está compuesta por un promedio de 30 a 40 ramificaciones laterales llamadas espiguillas donde se desarrollan los granos de polen.

Acebedo (2011), enuncia que, la inflorescencia femenina, también conocida como mazorca, se desarrolla a partir de las yemas apicales que se encuentran en las axilas de las hojas. Estas espigas de formación compacta y cilíndrica están cubiertas casi en su totalidad por un conjunto de hojas modificadas llamadas brácteas.

- **Grano**

Según lo citado por Silva (2019) cada grano observado en la mazorca es un fruto individual llamado pericarpio, el cual está insertado en el olote también llamado tusa. Existen varios cientos de granos acomodados en hileras longitudinales a lo largo de la mazorca.

2.2.3 Requerimientos del cultivo

- **Necesidades edáficas**

Acosta (2009), declara que, el cultivo de maíz posee la capacidad de adaptarse a una gran diversidad de suelos, si se emplean las técnicas adecuadas es capaz de producir en numerosos tipos de terrenos. Sin embargo, al ser una planta con gran desarrollo vegetativo, las raíces necesitan un sustrato que les brinde un punto de anclaje resistente a cualquier tipo de condición abiótica que pueda causar un volcamiento.

Barragán, Rosero, Campi, Auhing y Canchignia (2018), en su trabajo expresan que, para lograr una producción y desarrollo óptimos en el cultivo de maíz, se requiere un suelo de tipo franco-arenoso, específicamente clasificado como tipo L.

Este tipo de suelo es especialmente adecuado para el cultivo de maíz, ya que facilita las condiciones de crecimiento necesarias.

Bueno y Tolentino (2022) señalan que, un suelo franco-arenoso contribuye significativamente a la retención del agua y permiten que el sistema radicular pueda desarrollarse de una forma eficiente, permitiendo que las plantas mantengan una humedad relativa adecuada y un desarrollo saludable.

Según Bonilla (2009), la planta de maíz tiene la capacidad de desarrollarse en una amplia variedad de tipos de suelos, particularmente en aquellos de textura media, como los suelos francos y franco-arcillo arenosos. Sin embargo, su crecimiento en suelos arenosos o arcillosos puede ser limitado si no se realizan las prácticas agronómicas adecuadas. En estos casos, es esencial que los suelos sean profundos, ya que las raíces del maíz requieren un rango de profundidad de entre 0,8 y 1 metro para poder desarrollarse de manera óptima.

Sánchez (2002), declara que, los suelos con buena retención de agua y que permitan una óptima profundidad de penetración de las raíces, como los de textura franca o franca limosa, son los adecuados para el cultivo.

En cuanto al grado de alcalinidad o acidez del suelo Cabrera (2021), enseña que, el cultivo puede soportar rangos de pH que van desde los 5,6 hasta los 8,4, siendo 5,6 hasta 7,8 el rango ideal para el desarrollo y producción del maíz.

- **Necesidades climáticas**

Alarcón (2010), postula que, gracias a su gran capacidad de adaptación, el maíz es capaz producir en aproximadamente cualquier tipo de clima, algunas variedades llegando incluso a ser cultivados hasta cerca de casi 3 000 msnm. Con respecto a temperatura, el maíz tiene la facultad de germinar en temperaturas superiores a los

10 °C, por otra parte, durante el crecimiento y desarrollo se requieren rangos de temperaturas entre 21 °C a 30 °C.

Arrieta (2019), expresa que, Para un óptimo desarrollo, el maíz necesita estar expuesto a temperaturas que oscilen entre los 24 °C y los 35 °C, siendo su temperatura ideal alrededor de los 32 °C para lograr una producción óptima. Es importante destacar que el maíz requiere una cantidad considerable de luz solar para su crecimiento.

En términos de germinación de semillas, es fundamental que la temperatura se encuentre dentro del rango de 15 °C a 27 °C. El maíz muestra una notable capacidad de resistencia, tolerando temperaturas mínimas de hasta 8 °C y temperaturas máximas de hasta 39 °C (Beltrán, 2007).

- **Requerimientos de agua**

Casierra (2009), sostiene que, al igual que gran cantidad de plantas, el maíz es sensible a la sequía extrema, pero es aún más sensible a los excesos de agua. Durante el crecimiento vegetativo es cuando más agua requiere el cultivo, pues durante este proceso produce grandes cantidades de materia orgánica, dando como resultado una pluviosidad de entre 1000 a 1800 mm de agua a lo largo de todo el ciclo del cultivo.

Según lo expresado por Alonso (2015), las necesidades de agua son bajas para etapas tempranas del cultivo, desde la nacencia hasta las 5 o 6 hojas debido al establecimiento del cultivo en la zona de siembra.

Por otra parte Burgos (2016), señala que, el maíz es un cultivo que demanda importantes cantidades hídricas durante todo su desarrollo vegetativo, llegando a necesitar hasta 250 litros por cada kg de materia seca producida.

Así mismo, Aguilar (2017) destaca la significativa influencia del agua en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. En el caso específico de una variedad de maíz tropical con un ciclo biológico de 120 días, es esencial destacar que este cultivo demanda un promedio de 650 mm de agua a lo largo de todo su período reproductivo, desde la siembra hasta la cosecha.

- **Requerimientos nutricionales**

Castillo (2013), menciona que una forma de nutrir los cultivos es la fertilización foliar, la cual no es una técnica nueva, pues según varios reportes en 1844 se registra la aplicación de sulfato de hierro en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas en varias zonas agrícolas del sur de Francia.

Pascal (2003) recomienda que, antes de determinar algún plan de fertilización es de suma importancia realizar un análisis de suelo que nos permita conocer las condiciones nutricionales iniciales del suelo, así como el pH, la textura y otros factores ambientales del suelo, para en base a estos determinar la cantidad de nutrientes que se agregará al suelo de forma externa, ya sea esta sintética u orgánica.

Las necesidades nutricionales del cultivo varían de acuerdo al autor. Sin embargo (Suárez, 2015), establece los siguientes promedios de nutrientes que van desde 28-30 kg de nitrógeno (N), 10-12 kg de fósforo (P_2O_5) y 23-25 kg de potasio (K_2O), por cada tonelada de grano seco producido

Estrada (2020), enseña que, el fósforo (P) se considera como el segundo macronutriente más valioso en el crecimiento del cultivo, en especial en sus primeras etapas, la carencia de este nutriente causaría un mal desarrollo del sistema radicular, lo que desembocaría en una decadente anclaje de la planta y por

consiguiente una inminente desnutrición, acarreado consigo en el mejor de los casos problemas de desarrollo y una merma considerable en la producción.

Bertsch (2003), asegura que, el nitrógeno (N) es el nutriente primordial del cultivo de maíz, debido a las altas cantidades de este elemento que la planta demanda y su influencia directa en el rendimiento del cultivo. El requerimiento de nitrógeno incrementa conforme la planta va desarrollándose; a medida que se aproxima la etapa de floración, la absorción de este elemento se dispara, de tal manera que cuando aparecen las flores femeninas, la planta ha consumido más del 50% del total requerido durante todo el ciclo.

El potasio (K) es de suma importancia en la fotosíntesis y el sistema inmunológico de la planta; cuando existe escasez de este elemento, se incrementa la respiración de la planta, disminuyendo la acumulación de carbohidratos y como consecuencia se ve mermado el crecimiento y producción del cultivo (Cueva, 2019).

2.2.4 Características de los productos a usarse

- **Ácidos carboxílicos**

Román y Gutiérrez (1998), asegura que, los productos con formulaciones basadas en ácidos carboxílicos están directamente involucrados en muchos de los procesos fisiológicos de las plantas como la respiración, la fotosíntesis y la asimilación de nutrientes. La aplicación de estas sustancias incide directamente en la calidad y el rendimiento del cultivo, también aporta nutrientes como el calcio, promoviendo así el desarrollo óptimo de la fruta.

Los ácidos carboxílicos inciden directamente en la intensidad fotosintética y respiratoria al dinamizar ciclos metabólicos por efectos de activación enzimática en forma secuenciada (Conca, 1995).

La relevancia de los ácidos carboxílicos radica en su vínculo con el proceso metabólico del nitrógeno. Estos ácidos desempeñan un papel fundamental en la formación de prácticamente todos los tipos de tejidos, son elementos esenciales en numerosas sustancias de importancia en las plantas y se encuentran presentes en las vitaminas que actúan como grupos funcionales de enzimas cruciales en la respiración, en la estructura de los ácidos nucleicos y en los alcaloides. Además, el nitrógeno vegetal que forma parte de las moléculas proteicas es especialmente vital, ya que participa en el mecanismo enzimático que posibilita la ejecución del metabolismo celular (Wiersum, 2008).

- **Nutrisorb L**

Innovak Global (2021a) describe que:

NUTRISORB L es un producto que contiene ácidos Carboxy® derivados de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy, que puede ser aplicado en drench, en riego por gravedad, en riego presurizado o inyectado, que al ser mezclado con fertilizantes incrementa sensiblemente su absorción y efectos en la planta, racionalizando, así, los costos de nutrición. Su formulación de extractos orgánicos específicamente aislados actúa en el crecimiento, elongación y actividad fisiológica de la raíz que incide en su dinámica general (p.1).

- **SelectoXL**

Innovak Global (2021b) menciona que:

SELECTO XL® es una formulación que proviene de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy®. Los Ácidos ECCA Carboxy® de esta formulación inducen la biosíntesis de fosfoinosítidos, incrementando la capacidad de amplificación de respuesta del tejido de las fructificaciones. Además, incluye el soporte nutricional necesario para la adecuada respuesta de estimulación para el amarre y el llenado de los frutos (p.1).

- **ATP UP**

Innovak Global (2021c) explica que:

ATP UP® es una formulación a base de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy® y Fósforo, que promueve la recuperación y el restablecimiento del metabolismo en los cultivos sometidos a estrés. Estos extractos de procedencia vegetal quelatizan y promueven el

movimiento de los nutrientes al interior de la planta, logrando mejorar la fijación del Dióxido de Carbono (CO₂) y promueven la transformación del almidón en azúcares de alta energía, el cual es de fácil uso por la planta, mejorando la maduración del fruto y llenado de azúcares (p.1).

- **PROQUELATE ZN**

Innovak Global (2021d) especifica que:

Proquelate® Zn es una formulación a base de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy® y Zinc, que previene y corrige desórdenes nutricionales ocasionados por deficiencia de este elemento. Este fertilizante foliar forma un quelato de eficiente absorción, translocación y metabolización en la planta, promoviendo una mejor síntesis endógena de Auxinas, activa la fijación de CO₂ y por lo tanto mejora el proceso fotosintético. Al ser aplicado en mezcla junto a Boro y Calcio promueve una mejor cuaja (p.2).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución del Ecuador

Sección segunda Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p. 24).

Art. 22.- De las medidas fitosanitarias.- Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio: b) Campañas de sanidad vegetal, de carácter preventivo, de control y erradicación; c) Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales; d) Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario (p.10).

Capítulo séptimo Derechos de la naturaleza

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado (p. 52).

Sección séptima

Política comercial

Art. 304.- La política comercial tendrá los siguientes objetivos:

Capítulo Segundo, en la Sección segunda, expresa que:

1. Desarrollar, fortalecer y dinamizar los mercados internos a partir del objetivo estratégico establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo. 2. Regular, promover y ejecutar las acciones correspondientes para impulsar la inserción estratégica del país en la economía mundial. 3. Fortalecer el aparato productivo y la producción nacionales. 4. Contribuir a que se garantice la soberanía alimenticia y energética, y se reduzcan las desigualdades internas. 5. Impulsar el desarrollo de las economías de escala y del comercio justo. 6. Evitar las prácticas monopólicas y oligopólicas, particularmente en el sector privado, y otras que afecten el funcionamiento de los mercados (p. 146).

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua

2.3.2 Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales

Capítulo V

De la protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de Producción

Art. 49.- Protección y recuperación. Por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; 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.

Art. 52.- Medidas y prácticas de recuperación. La Autoridad Agraria Nacional identificará los suelos rurales de mayor fertilidad y los que se encuentren en condición crítica. Promoverá y dispondrá la aplicación de las medidas y prácticas agronómicas que conlleven a la conservación y recuperación de la capa fértil del suelo.

Las tierras rurales que se encuentren en páramos y ecosistemas frágiles tendrán un plan de manejo formulado con el apoyo de la Autoridad Agraria Nacional y aprobado por la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 53.- Prevención de la contaminación. La Autoridad Agraria Nacional en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional investigará, controlará,

promoverá y recomendará el empleo de prácticas de manejo de suelos para prevenir la contaminación hídrica y edáfica del suelo, provocada por el uso inadecuado de productos agrotóxicos, disponiendo las rectificaciones necesarias para su cumplimiento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas previstas en las leyes ambientales.

2.3.3 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

De la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (2009) se resaltan los siguientes artículos:

Art. 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.

Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres.

El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional. (p.7)

Art. 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.

El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a la demanda de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de esta (p.7).

2.3.4 Leyes de Desarrollo Agrario

CAPITULO III

De la investigación agropecuaria

Art. 22.- Objetivo. - La investigación agropecuaria se orientará a elevar la productividad de los recursos humanos y naturales mediante la generación y adopción de tecnologías de fácil difusión y aplicación a fin de incrementar la producción de los renglones señalados en el artículo anterior. El Gobierno Nacional

atenderá en forma prioritaria la asignación de recursos destinados a la investigación agropecuaria que realicen el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y otras entidades del sector público (Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador, 2004, p.8).

2.3.5 Plan Nacional del Buen Vivir

En el plan de creación de oportunidades 2021-2025. Toda una vida engloba la finalidad de este proyecto con los siguientes objetivos:

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. 3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico y sostenible de manera redistributiva y solidaria. 5.8: Fomentar la productividad nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

Objetivo 6: desarrollar capacidades productivas de entorno para lograr la soberanía alimentaria y el buen vivir rural. 6.2 Promover la redistribución de tierras y accesos equitativos a los medios de producción, con énfasis en aguas y semillas, así como el desarrollo de la infraestructura necesaria para incrementar la productividad, el comercio, la competitividad y la calidad de la producción rural, considerando las ventajas competitivas y comparativas territoriales (Senplades, 2017, p.17).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de esta investigación fue explicativa, por cuanto su propósito fue demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Buscando la existencia de una relación causa efecto.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación fue principalmente experimental, pues buscaba someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos que se producen (variable dependiente).

3.2 Métodos

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variables independientes

Fertilizantes nutricionales complementarias con formulación de ácidos carboxílicos:

- ATP UP
- Selecto XL
- Nutrisorb L
- Proquelate Zn

3.2.1.2 Variables dependientes

- Altura de la planta
- Grosor del tallo
- Longitud de la mazorca
- Diámetro de la mazorca

- Peso de 100 granos
- Rendimiento
- Relación grano-tusa

3.2.2 Tratamientos

Tabla 1. Tratamientos por evaluar en el cultivo de maíz

N.º	Tratamientos	Dosis (L/ha)	Aplicación (DDS)
T1	Testigo	-----	-----
T2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	10-20-30
T3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	10-20-30
T4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	10-20-30
T5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	10-20-30
T6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	10-20-30
T7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	10-20-30
T8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	10-20-30
T9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	10-20-30
T10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	10-20-30
T11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	10-20-30

DDS: Días después de la siembra (Aroca, 2022).

3.2.3 Diseño experimental

Tabla 2. Diseño experimental del proyecto.

Tipo de Diseño	DBCA
Numero de tratamientos	11
Numero de Repeticiones	3
Numero de parcelas	33
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	4 m
Distancia entre hilera	0,80 m
Distancia entre planta	0,25 m
Numero de hileras por parcela	5
Distancia entre repeticiones	1 m
Distancia entre tratamientos	1 m
Superficie Total	918 m ²
Superficie efectiva del experimento	316 m ²

El experimento consta de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) (Aroca, 2022).

3.2.4 recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

3.2.4.1.1 Recursos bibliográficos

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación experimental se necesitó información proveniente de fuentes bibliográficas (revistas científicas, libros, proyectos y tesis de grado, sitios web, bibliotecas y la biblioteca virtual UAE).

3.2.4.1.2 Materiales y equipos

Materiales de campo

- Piola
- Estaca
- Machete
- Bomba de mochila 20L
- Calibrador
- Cinta métrica
- Medidor de humedad en semilla

Equipo de oficina

- Impresora
- Computadora
- Pendrive
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Bolígrafo

Insumos Agrícolas

- Semilla de Maíz Híbrido ADVANTA 9789
- SelectoXL

- NutrisorbL
- ATP UP
- Proquelate Zn

Recursos humanos

- Tutor
- Estudiante

3.2.4.2 Métodos y técnicas

Altura de la planta:

La altura de planta se midió en cm desde el suelo hasta la inserción del peciolo del brote foliar más alto, seleccionando 10 plantas al azar dentro del área útil de la unidad experimental; realizándose dos evaluaciones: a los 30 y 60 días después de la siembra. Para esta variable se empleó un flexómetro.

Grosor del tallo:

En el caso del diámetro del tallo, ésta variable se valoró en las mismas 10 plantas seleccionadas y en iguales periodos (30 y 60 días), cuyo sitio de medida fue a la mitad del segundo entrenudo contabilizado desde el suelo. Para la toma de datos de esta medida se empleó un calibrador, también llamado pie de rey.

Longitud de la mazorca:

Para esta variable, se usó una cinta métrica, la cual permitió tomar la medida de 10 mazorcas diferentes al final el secado de esta, desde la parte final del pedúnculo hasta la parte final de la mazorca.

Diámetro de la mazorca

Al igual que en la variable anterior, se usó un calibrador en la zona media de las mismas 10 mazorcas secas, para conocer así su diámetro y expresarlo en centímetros.

Peso de 100 granos

Se desgranaron las mismas 10 mazorcas por cada tratamiento y se tomaron 100 granos los cuales fueron pesados en una balanza digital para mayor precisión, el dato obtenido fue expresado en gramos.

Rendimiento

Los datos de rendimiento se obtuvieron midiendo el peso de los granos de 10 mazorcas por cada tratamiento. Para este fin se empleó una balanza convencional. Los rendimientos ajustados en kg/parcela fueron extrapolados a kg/ha, según la fórmula siguiente:

$$R_{aj} = \frac{R(100 - H_i)}{100 - H_f}$$

Donde:

R_{aj} = Rendimiento ajustado (kg/ha)

R = Rendimiento (sin ajuste) (kg/ha)

H_i = Humedad inicial (%)

H_f = Humedad final (%)

Relación grano-tusa:

En esta variable, se usaron las mismas 10 mazorcas desgranadas y se usó la balanza convencional para medir el peso de los granos que serán divididos por el peso de las tusas, encontrando de esta manera un valor numérico adimensional que nos permitió conocer la relación existente entre el peso del grano y el de la tusa.

3.2.5 análisis Estadístico

Los datos en las diferentes variables fueron valorados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) con el fin de establecer diferencias

significativas entre tratamientos. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, a un nivel del 5% de significancia. Estos análisis se realizaron con la versión estudiantil del software Infostat. El modelo de ANOVA, según el diseño experimental propuesto como nos indica la tabla 3.

Tabla 3. Modelo ANDEVA

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total (n - 1)	32
Tratamiento (t - 1)	10
Repeticiones (r - 1)	2
Error Experimental (t - 1) (r - 1)	20

Modelo de análisis de varianza a usar
(Aroca, 2022).

4. Resultados

4.1 Efecto de los tratamientos en el desarrollo fenológico de la planta de maíz

4.1.1 Atura de las plantas

En lo que corresponde a la altura de las plantas, luego de haber realizado los análisis de varianza respectivos (anexos 4 y 5), se observa en la tabla 4 los promedios de las medidas tomadas a los 30 y 60 días después de siembra. Como se puede notar, existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, obteniendo que el tratamiento 8 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 0.5 L/ha) es el que presenta alturas significativas en ambos casos, en especial a los 60 días con 200,01 cm siendo estos los mayores promedios de la evaluación, dando como resultado un desarrollo vegetativo favorable a pesar de las condiciones adversas presentadas durante el experimento, en segundo lugar, el tratamiento 9 (SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP a 0.5 L/ha) con alturas de (42,63 y 197,4 cm) finalmente, el tratamiento 1 (testigo) tuvo un menor desarrollo, con un crecimiento de (35,77 y 168,29 cm).

Tabla 4. Promedios de altura de la planta de maíz.

Tratamientos			Promedios (cm)	
N.º	Denominación	Dosis (ha)	30 días*	60 días*
t1	Testigo	0	35,77 b	168,29 d
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	38,4 ab	178,57 c
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	39,5 ab	183,2 c
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	41,89 ab	193,46 ab
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	38,66 ab	179,09 c
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	38,81 ab	183,73 bc
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	38,75 ab	177,84 cd
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	44,3 a	200,01 a
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	42,67 ab	197,4 a
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	38,1 ab	173,97 cd
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	40,81 ab	183,3 c

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente

CV 30 días= 6,26%

CV 60 días= 1,86%

4.1.2 Grosor del tallo

Con respecto al grosor del tallo, al igual que en la variable anterior, luego de los respectivos análisis de varianzas aplicados a los datos (anexos 6 y 7), podemos observar en la tabla 5 los valores promedios luego de haber sido evaluados estadísticamente con la prueba de Tuckey al 5%. A los 30 días, las diferencias fueron significativas, como resultado, el tratamiento 3 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 1 Lt/ha) fue el que presentó datos más favorables, con un diámetro de 2,8 cm, teniendo plantas vigorosas durante los comienzos del desarrollo vegetativo. Posteriormente, a los 60 días, los promedios se normalizaron, sin embargo, los tratamientos 3 y 8, el cual es la misma combinación de productos pero en menor dosis (0,5 L/ha), presentaron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, teniendo tallos con poco más de 3 cm de diámetro.

Tabla 5. Promedios de grosor del tallo.

Tratamientos			Promedios (cm)	
N.º	Denominación	Dosis (ha)	30 días*	60 días*
t1	Testigo	0	2,31 c	2,53 b
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	2,58 abc	2,81 ab
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	2,8 a	3,02 a
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	2,75 ab	2,98 ab
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	2,46 abc	2,68 ab
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	2,55 abc	2,82 ab
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	2,41 bc	2,62 ab
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	2,76 ab	3 a
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	2,66 abc	2,86 ab
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	2,45 abc	2,68 ab
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	2,66 abc	2,89 ab

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente

CV 30 días= 4,76%

CV 60 días= 5,44%

4.2 Efecto de las formulaciones propuestas en la producción del maíz, y el rendimiento del cultivo

4.2.1 Longitud y diámetro de la mazorca

En lo concerniente a la longitud y el diámetro de las mazorcas, luego de haber realizado los análisis respectivos (anexos 8 y 9), podemos observar en la tabla 6 que solo existen diferencias significativas en la variable del diámetro de la mazorca. El tratamiento 11 (Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn a 0.5 L/ha) fue el que presentó medias las más altas en ambos casos, en especial en el diámetro con 5,23 cm de grosor siendo este el mayor promedio de la evaluación.

Tabla 6. Promedios de longitud y diámetro de mazorca.

N.º	Tratamientos		Promedios (cm)	
	Denominación	Dosis (ha)	Longitud*	Diámetro*
t1	Testigo	0	19,6 a	4,88 b
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	20,23 a	5,03 ab
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	19,93 a	5,13 ab
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	21 a	5,1 ab
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	20,13 a	4,98 ab
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	20,7 a	5,11 ab
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	20,03 a	4,97 ab
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	20,2 a	5,16 ab
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	21,2 a	5,16 ab
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	20,6 a	5,08 ab
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	20,77 a	5,23 a

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente

CV Longitud= 3,24%

CV Diámetro= 2,17%

4.2.2 Peso de 100 granos

La tabla 7 nos muestra los resultados del análisis de varianza llevado a cabo para los datos del peso de 100 semillas, donde se observa que hubo diferencias significativas entre los tratamientos; siendo el tratamiento 3 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 1 L/ha) el que presenta mayor promedio con 40,83 g, el tratamiento 1 (testigo) es el que presenta un menor peso en comparación a los demás con 37,15g.

Tabla 7. Promedios de peso de 100 granos.

Tratamientos			Promedios (g)
N.º	Denominación	Dosis (ha)	Peso*
t1	Testigo	0	37,15 b
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	39,97 ab
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	40,83 a
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	40,03 ab
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	38,92 ab
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	38,39 ab
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	38,91 ab
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	38,35 ab
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	37,29 ab
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	39,42 ab
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	38,12 ab

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente
CV = 2,79%

4.2.3 Rendimiento (kg/ha)

Una vez realizados los cálculos de rendimiento se pudo establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos. En la tabla 8 podemos observar que el tratamiento 9 (SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP a 0.5 L/ha) es el que presenta mayor rendimiento con un total de 10853.8 kg/ha, seguido de los tratamientos t4 y t11 con 10312.63 kg/ha y 10306.7kg/ha respectivamente. El testigo (t1) tuvo el menor rendimiento con tan solo 7415 kg/ha.

Tabla 8. Promedios de rendimiento.

Tratamientos			Promedios (kg/ha)
N.º	Denominación	Dosis (ha)	Rendimiento*
t1	Testigo	0	7415 d
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	9436,03 abc
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	9749 abc
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	10312,63 ab
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	8788,27 cd
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	8896,67 bcd
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	10003,4 abc
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	9879,07 abc
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	10853,8 a
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	9284,4 bc
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	10306,7 ab

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente
CV = 5,28%

4.2.4 Relación grano/tusa

En lo que respecta a la relación entre el peso del grano y el peso de la tusa, los análisis muestran en la tabla 9 que el tratamiento 2 (SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP a 1 L/ha) es el que presenta diferencias significativas a comparación de los demás tratamientos, con una media de 10,54.

Tabla 9. Relación grano/tusa.

N.º	Tratamientos		Promedios
	Denominación	Dosis (ha)	Relación grano/tusa*
t1	Testigo	0	6,59 b
t2	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	1 Lt	10,54 a
t3	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	1 Lt	7,59 b
t4	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	1 Lt	7,27 b
t5	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	1 Lt	7,37 b
t6	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate	1 Lt	6,9 b
t7	SelectoXL + Proquelate Zn + ATP UP	0.5 Lt	6,95 b
t8	SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb	0.5 Lt	7,33 b
t9	SelectoXL + Nutrisorb + ATP UP	0.5 Lt	7,16 b
t10	Nutrisorb + ATP UP+ Proquelate Zn	0.5 Lt	7,21 b
t11	Nutrisorb + ATP UP + SelectoXL + Proquelate Zn	0.5 Lt	6,99 b

(*) Letras iguales no difieren estadísticamente
CV Longitud= 11,11%

4.3 Utilidad económica de cada tratamiento a través de la metodología del CIMMYT

Luego de realizar los cálculos necesarios y ajustar los rendimientos con base en las recomendaciones del manual del CIMMYT, tal como se muestra detalladamente en el anexo 13, podemos observar en la tabla 10 que el tratamiento con mayor relación beneficio/costo es el tratamiento 9 con un valor de 1,79 seguido por el tratamiento 4 con una relación 1,71. El valor más bajo de todo el trabajo experimental fue el tratamiento 1 (testigo) con una relación de 1,41.

Tabla 10. Relación beneficio/costo.

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Rendimiento (kg/ha)	7415	9436	9749	1031	8788	8896	1000	9879	1085	9284	1030
R. Ajustado (15%)	,8	,6	,6	,7	,1	,2	,9	,2	,7	,7	,7
Precio (\$/kg)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Ingresos (\$)	2079	2646	2734	2892	2465	2495	2805	2771	3044	2604	2891
C. Fijos (\$)	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281	1281
C. Variables (\$)	189,5	372,5	367,9	410,1	367,2	429,7	377,8	369,1	415,1	371,8	442,9
Costo Total (\$)	1471	1654	1649	1691	1649	1711	1659	1650	1696	1653	1724
Beneficio bruto (\$)	608,3	992,3	1084,7	1200,9	816,0	784,5	1146,6	1120,9	1347,9	950,6	1166,7
Relación b/c	1,41	1,60	1,66	1,71	1,49	1,46	1,69	1,68	1,79	1,57	1,68

5. Discusión

A partir de los resultados encontrados en esta investigación, se acepta la hipótesis general que establece que una de las formulaciones nutricionales complementarias evaluadas genera cambios beneficiosos en la producción, el desarrollo de la planta y el rendimiento del cultivo.

Estos resultados obtenidos guardan estrecha relación con lo sostenido por Lazo (2017) y Guerrero, Velandia, Fischer y Montenegro (2011), quienes señalan que la aplicación de ácidos carboxílicos a cultivos de valor comercial influye en un mejor desarrollo de la planta, mejoran la composición de los frutos e incrementan el peso de estos, generando beneficios a los agricultores al tener cultivos más nutridos y de una calidad superior. Todo esto acorde a lo hallado en este estudio.

Según los datos analizados en el experimento, en las variables de desarrollo fenológico, el tratamiento 8 (SelectoXL + Proquelate Zn + Nutrisorb a 0.5 L/ha) es el que presenta medias significativas, tanto en diámetro como en altura, sobre todo a los 60 días con 200,01 cm de altura y 3 cm de grosor. Concordando con los promedios numéricos obtenidos por Romero (2023) quien obtuvo plantas con alturas promedios de 225 cm de altura y 2.68 cm de grosor en su investigación sobre la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación complementaria de bioestimulantes.

En lo concerniente al rendimiento y producción del experimento, para las variables de longitud y diámetro de mazorca el tratamiento 11 es el que presenta medias más altas para ambos casos, teniendo mazorcas de 20,77 cm de largo y 5,23 cm de grosor. En contraste con lo obtenido por Carranza (2020) el cual obtuvo mazorcas de hasta 30 cm de largo y 3,95 cm de grosor, diferencia la cual podría

estar dada en las diferencias genéticas de los híbridos usados en las investigaciones.

Con respecto al rendimiento por hectárea, una vez realizado el ajuste de datos de campo en base al manual del CIMMYT, se obtuvo que el tratamiento 9 presentó mayor rendimiento con un total de 203 qq/ha lo cual se relaciona con lo presentado por Cevallos (2022), quien evaluó el rendimiento del híbrido Advanta 9139 y obtuvo un rendimiento de 229 qq/ha.

Para la obtención de la relación beneficio/costo, se empleó la guía del manual “Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos” del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (1988), el cual expresa que, para realizar el análisis económico de un tratamiento es necesario realizar un ajuste en el rendimiento el cual va en función a las diferencias en el manejo experimental que sufra el tratamiento con respecto al manejo que le daría el agricultor si estuviera a cargo de la parcela, dicho ajuste mermara la producción total del tratamiento para no sobrestimar los datos obtenidos en campo. En general, se considera adecuado un ajuste total que va del 5 al 30%. Un ajuste del rendimiento mayor que el 30% indicaría que las condiciones experimentales son muy distintas a las del agricultor y que tal vez haya que hacer algunos cambios en el diseño o manejo del ensayo (CIMMYT, 1988).

Los datos obtenidos en este estudio fueron reajustados a una merma del 15% pues las condiciones del experimento tuvieron ciertas diferencias a como lo haría un agricultor convencional. En la relación beneficio costo se recaba que el tratamiento 9 fue el que tuvo el beneficio más alto, con una relación de 1,79 seguido por el tratamiento 4 con una relación de 1,71. A diferencia del tratamiento 1 (testigo) el cual tuvo una relación de 1,41, valor el cual se deba a la genética de la semilla.

6. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir que:

La aplicación de tratamientos nutricionales complementarios en el cultivo de maíz puede generar cambios beneficiosos en la producción y el rendimiento.

Con respecto al desarrollo fenológico del cultivo, se calculó que el tratamiento 8, que consiste en la combinación de SelectoXL, Proquelate Zn y Nutrisorb a una dosis de 0.5 L/ha, mostró los mejores resultados en términos de altura de las plantas a los 30 y 60 días después de la siembra. Además, el tratamiento 3, con la misma combinación de productos pero a una dosis de 1 Lt/ha, fue favorable en cuanto al grosor del tallo a los 30 días.

Con respecto al efecto de las formulaciones, se apreció que, el tratamiento 11, que incluye Nutrisorb, ATP UP, SelectoXL y Proquelate Zn a una dosis de 0.5 L/ha, presentó los mayores promedios en cuanto al diámetro de la mazorca y el tratamiento 3 mostró el mayor promedio en cuanto al peso de 100 semillas.

En términos de utilidad económica, se estableció que el tratamiento 9 fue el más prometedor en términos de rendimiento por hectárea y relación beneficio/costo. Siendo este el que presentó proyecciones económicas más favorables para el agricultor.

7. Recomendaciones

Replicar el estudio en diferentes épocas del año y con diferentes sistemas de siembra, para evaluar el comportamiento de los tratamientos en condiciones ambientales diferentes.

Probar el uso de ácidos carboxílicos en otras zonas maiceras del país, con el fin de corroborar sus efectos en la mejora y el aumento de la producción.

Es importante continuar con las investigaciones en el cultivo de maíz con el fin de mejorar la producción de este rubro importante para el sector agrícola del país.

Para futuras investigaciones se podría probar la misma combinación pero en diferentes dosis con el acompañamiento de productos biológicos que podrían ayudar a reducir costos y aumentar la producción.

8. Bibliografía

- Abascal, G. (2018). Efectos de los ácidos carboxílicos como acondicionador de suelo Promesol 5X y bioestimulante radicular Nutrisorb L y micorriza Mycoral R en el suelo y la variedad de frijol Amadeus 77 (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Acevedo, R. (2011). *Manual de recomendaciones cultivo de maíz grano*. Santiago de Chile, Chile: Fundación Chile. Recuperado de: https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991001719579703936/56UDC_INST:56UDC_INST
- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación, el maíz en cuba. *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113-120. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Aguilar, C. (2017). Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del maíz VS-535 en función del biofertilizante y nitrógeno. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 475. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1000>
- Aguirre (2018). *Aplicación de siete dosis de fertilizante foliar en maíz (Zea mays L.)* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29030/1/Aguirre%20Muñoz%20Angie%20Lilebeth.pdf>
- Alarcón, L. (2010). Guía técnica - El cultivo de maíz. Representante del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en El Salvador, 14-15.
- Alonso, A. (2015). Necesidades de hídricas en el cultivo del Maíz. Inea. 5: 15-16.

- Arrieta, H. (2019). Comportamiento morfológico del Maíz inoculado con *Azotobacter chroococcum* a dosis reducida de fertilizante nitrogenado. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869113003/637869113003.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2004). Recopilación de Leyes Agrarias. En J. Martínez. Quito: Editorial Nacional
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales. En H. Barrezueta. Quito.
- Barragán, L., Rosero, C., Campi, D., Auhing, J., y Canchignia, H. (2018). Respuesta morfológica de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) por fertilización edáfica y edáfica-foliar. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), 51–57. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.223>
- Beltrán, S. (2007). Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Recuperado de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/164.pdf>
- Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. *Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo*. San José, Costa Rica, 307 p.
- Bonilla, N. (2009). El cultivo de maíz (*Zea mays*). San José - Costa Rica: INTA.
- Bueno, E., y Tolentino, L. (2022). Adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de los anitos- Valle de Barranca. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Barranca. Barranca, Perú.

Burgos, J. (2016). Determinación de la incidencia de tres sistemas de labranza mecanizada sobre la disponibilidad de agua para el cultivo de maíz (*Zea mays*). *uteq*, 40.

Cabrera, J. (2021). Estudio de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays*.), en una comuna. Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-145.pdf>

Carranza, A. (2020) *Efecto de dos biofertilizantes complementarios en el cultivo de maíz dulce (Zea mays L. var. rugosa)* (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARRANZA%20MACIAS%20ADRIANA%20YADIRA.pdf>

Casierra, F. (2009). Crecimiento de plántulas de maíz (*zea mays* l. var. porva) en solución nutritiva con baja relación (ca+mg+k)/al. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n2/v12n2a10.pdf>

Castillo, R. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja - La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Bogotá - Colombia: UNICIENCIA Vol. 27, No 1 (Enero – junio 2013).

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Cimmyt.org. <https://doi.org/968-6127-24-0>

- Cevallos, F. (2022). Efectos De Varios Distanciamientos E Híbridos Sobre El Rendimiento Del Cultivo De Maíz (Zea mays). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí. Trabajo a la obtención del Título. Retrieved from https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1956/1/TIC_A19D.pdf
- Conca, E. (1995). Un acierto tecnológico para la actividad agrícola chilena. *Chile-Hortofrutícola*, 6(35), 13-18.
- Cruz, O. (2013). El cultivo de maíz. In Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Tegucigalpa.
- Cueva, A. (2019). Determinación físico - química de un suelo en dos sistemas de labranza y tres niveles de fertilización en maíz (Zea mays L.). Universidad central del ecuador facultad de ciencias agrícolas carrera de ingeniería agronómica. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19229/1/t-uce-0004-cag-132.pdf>
- Estrada, M. (2020). Efecto de tres programas de nutrición en el cultivo de maíz (Zea mays L.) (Tesis de grado). Universidad católica de Santiago de guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15555/1/t-ucsgpre-tec-agro-176.pdf>
- Endicott, S; Brueland, B; Keith, R; Schon, R; Bremer, C; Farnham, D; DeBruin, J; Clausen, C; Strachan, S; Carter, P. (2015). *Maíz, crecimiento y desarrollo*. Pioneer. Recuperado de Pioneer website: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Spain/images/Agronomy/maiz_crecimiento_desarrollo.pdf

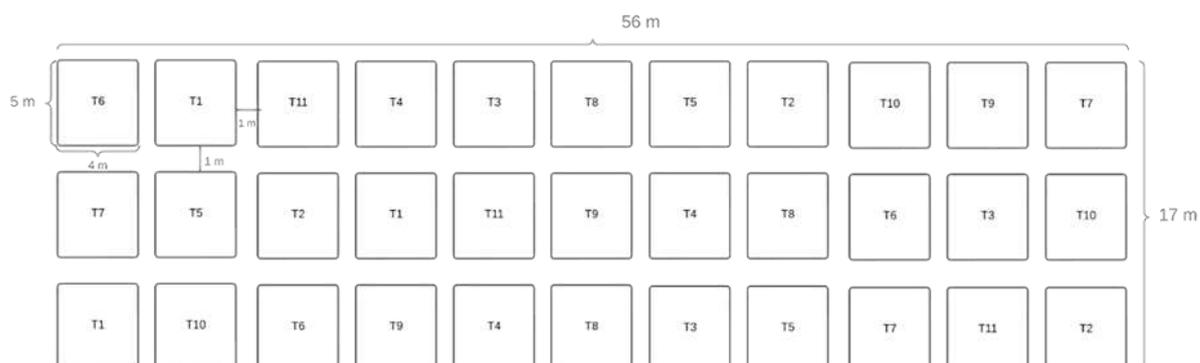
- Fuentes, T. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (*Zea mays* L.) en la comuna Sancán, Ecuador. 68. Recuperado de [file:///C:/Users/User/Downloads/631-Texto del artículo-1922-2-10-20220127.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/631-Texto%20del%20artículo-1922-2-10-20220127.pdf)
- Feldman, L. (1994). The maize root. *The Maize Handbook* (29–37). New York, NY: Springer New York.
- Guerrero, B., Velandia, M., Fischer, G., & Montenegro, H. (2011). Los ácidos carboxílicos de extractos vegetales y la humedad del suelo influyen en la producción y el rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.17584/rcch.2007v1i1.1141>
- Guzmán, D. (2017). *Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) var. tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25123/1/tesis%20029%20Ingeniería%20Agropecuaria%20-%20Guzman%20Dennys%20-%20cd%20029.pdf>
- Innovak Global. (2021a). Ficha técnica de Nutrisorb L, Bioestimulante para la asimilación de nutrientes. Recuperado de: <https://www.innovakglobal.com/nutrisorbl-mexico/>
- Innovak Global. (2021b). *Ficha técnica SelectoXL, Bioestimulante para el Amarre y Tamaño de Frutos*. Recuperado de: <https://www.innovakglobal.com/selectoxl-mexico/>

- Innovak Global. (2021c). *Ficha técnica de ATP UP, Anti estresante*. Recuperado de: <https://summit-agro.cl/producto.php?id=37#:~:text=ATP%20UP%C2%AE%20es%20una,de%20manera%20r%C3%A1pida%20y%20prolongada>.
- Innovak Global. (2021d). *Ficha técnica de PROQUELATE ZN, Fertilizante Inorgánico a base se Zinc*. Recuperado de: https://www.summit-agro.cl/files/70/201125054_etiqueta_proquelate_zn_%2826-11-2019%29.pdf
- Lazo, P. (2017). Respuesta productiva del cultivo de la sandía (*Citullus lanatus*) a la aplicación de un fertilizante foliar a base de ácidos carboxílicos, comuna Calicanto provincia Santa Elena (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LAZO%20QUIROLA%20PAUL%20AND%20RES.pdf>
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2009). publicada en Registro Oficial Suplemento 583 de 5 de mayo del 2009. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario*. Recuperado de: https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Resumen-Ejecutivo-Diagnósticos-Territoriales-del-Sector-Agrario_14-08-2020-1_compressed.pdf
- Ortas, L. (2008). El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. *Agrisan*, 7(1), 1-4.

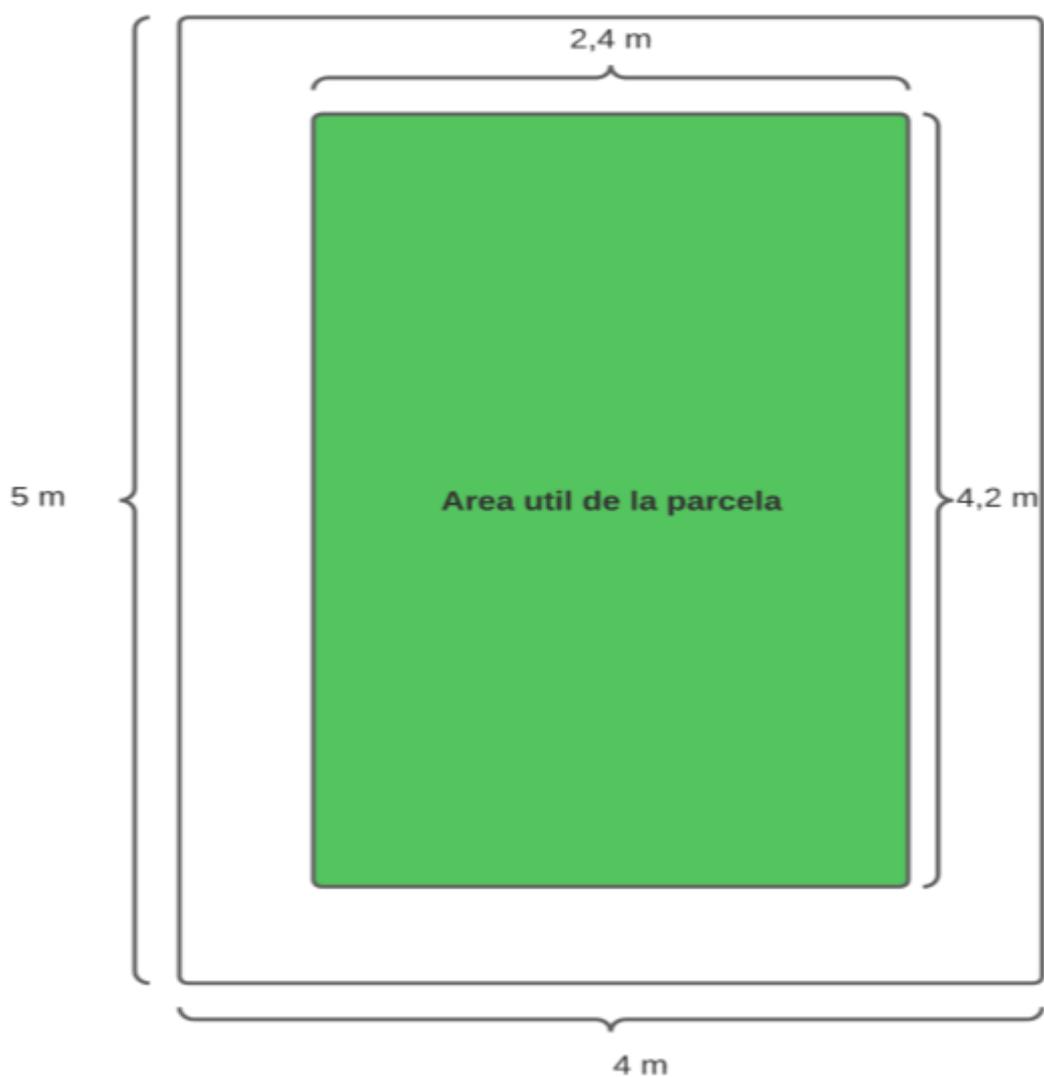
- Ortigoza, J., López, C., y González, J. (2019). Guía técnica cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción.
- Pascal, A. (2003). Consensus document on the biology of *Zea mays* subsp. *Mays* (maize). *Environment, Health, and Safety Publications*, 27(11), 11-12. Recuperado de: <https://conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/divulgacion/cultivos/ENVJMMONO-maiz.pdf>
- Poehlman, J. (1969). Methods for providing variety protection. In *Variety Protection* (eds R.V. Frakes, S.A. Breth and M. Stelly). <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub1.c1>
- Poethig, R. (1994). The maize shoot. En M. Freeling y V. Walbot, (eds). *The maize handbook* (11-17). New York, USA: Springer-Verlag.
- Polles, T. (2018). Uso de biofertilizantes (extracto de algas-*ascophyllum nodosum*) na cultura do milho 1 introdução. 1–4. Recuperado de <https://portalapi.nortox.com.br/technical-information/file/0b1f8744-133e-4e09-bf6bb2abb384d5af.pdf>
- Román, L. y Gutiérrez, M. (1998). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. *Terra*. Recuperado de: www.chapingo.mx/terra/contenido/16/1/art49-54.pdf
- Sánchez, I., Pérez, E., y Carril, U. (2014). *Maíz I (Zea mays)*. *Reduca*, 7(2), 151-171.

- Sánchez, E. (2002). *El maíz, suelo y necesidades nutricionales*. Informe técnico. Tingo María, Perú. Pp. 12 – 15.
- Senplades (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una vida”. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu173117.pdf>
- Silva, J. (2019). Necesidades edafoclimaticas del cultivo de maíz y el rendimiento del cultivo. Agropedia. Recuperado de: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-delmaiz/>
- Suárez, J. (2015). Necesidades nutricionales del cultivo de maíz. *Bolentinagro*, 3(1), 10-11.
- Wiersum, L. (2008). Effects of environment and cultural practices on calcium nutrition. *Soil Sci. and Plant Anal.* 10: 259-264.

9. Anexos



Anexo 1. Dimensiones del experimento.
Aroca, 2022.



Anexo 2. Área útil de la parcela experimental.
Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Atura	33	0,59	0,35	6,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	179,67	12	14,97	2,41	0,0396
Repeticiones	4,25	2	2,13	0,34	0,7143
Tratamientos	175,42	10	17,54	2,82	0,0231
Error	124,25	20	6,21		
Total	303,92	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,35100

Error: 6,2124 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.
t8	44,30	3	1,44 A
t9	42,67	3	1,44 A B
t4	41,89	3	1,44 A B
t11	40,81	3	1,44 A B
t3	39,50	3	1,44 A B
t6	38,81	3	1,44 A B
t7	38,75	3	1,44 A B
t5	38,66	3	1,44 A B
t2	38,40	3	1,44 A B
t10	38,10	3	1,44 A B
t1	35,77	3	1,44 B

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

Anexo 3. Análisis de varianza de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura60	33	0,93	0,88	1,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2924,01	12	243,67	20,86	<0,0001
Repeticiones	34,55	2	17,28	1,48	0,2518
Tratamientos	2889,46	10	288,95	24,73	<0,0001
Error	233,67	20	11,68		
Total	3157,68	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,08094

Error: 11,6833 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.
t8	200,01	3	1,97 A
t9	197,40	3	1,97 A
t4	193,46	3	1,97 A B
t6	183,73	3	1,97 B C
t11	183,30	3	1,97 C
t3	183,20	3	1,97 C
t5	179,09	3	1,97 C
t2	178,57	3	1,97 C
t7	177,84	3	1,97 C D
t10	173,97	3	1,97 C D
t1	168,29	3	1,97 D

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

Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de la planta a los 60 días después de la siembra.

Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grosor	33	0,72	0,55	4,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	12	0,06	4,21	0,0023
Repeticiones	1,6E-04	2	8,2E-05	0,01	0,9946
Tratamientos	0,76	10	0,08	5,05	0,0010
Error	0,30	20	0,02		
Total	1,07	32			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36248

Error: 0,0151 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
t3	2,80	3	0,07	A		
t8	2,76	3	0,07	A	B	
t4	2,75	3	0,07	A	B	
t9	2,66	3	0,07	A	B	C
t11	2,66	3	0,07	A	B	C
t2	2,58	3	0,07	A	B	C
t6	2,55	3	0,07	A	B	C
t5	2,46	3	0,07	A	B	C
t10	2,45	3	0,07	A	B	C
t7	2,41	3	0,07		B	C
t1	2,31	3	0,07			C

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

Anexo 5. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 30 días después de la siembra.

Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grosor60	33	0,63	0,41	5,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,81	12	0,07	2,88	0,0177
Repeticiones	1,2E-03	2	6,0E-04	0,03	0,9745
Tratamientos	0,80	10	0,08	3,45	0,0088
Error	0,47	20	0,02		
Total	1,27	32			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45012

Error: 0,0233 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
t3	3,02	3	0,09	A		
t8	3,00	3	0,09	A		
t4	2,98	3	0,09	A	B	
t11	2,89	3	0,09	A	B	
t9	2,86	3	0,09	A	B	
t6	2,82	3	0,09	A	B	
t2	2,81	3	0,09	A	B	
t5	2,68	3	0,09	A	B	
t10	2,68	3	0,09	A	B	
t7	2,62	3	0,09	A	B	
t1	2,53	3	0,09		B	

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

Anexo 6. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 60 días después de la siembra.

Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud	33	0,65	0,44	3,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,22	12	1,35	3,09	0,0125
Rep	9,03	2	4,52	10,34	0,0008
trat	7,19	10	0,72	1,64	0,1648
Error	8,74	20	0,44		
Total	24,96	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,94952

Error: 0,4369 gl: 20

trat	Medias	n	E.E.	
t9	21,20	3	0,38	A
t4	21,00	3	0,38	A
t11	20,77	3	0,38	A
t6	20,70	3	0,38	A
t10	20,60	3	0,38	A
t2	20,23	3	0,38	A
t8	20,20	3	0,38	A
t5	20,13	3	0,38	A
t7	20,03	3	0,38	A
t3	19,93	3	0,38	A
t1	19,60	3	0,38	A

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

Anexo 7. Análisis de varianza de la longitud de la mazorca.
Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro	33	0,56	0,30	2,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,31	12	0,03	2,16	0,0622
trat	0,30	10	0,03	2,47	0,0408
Rep	0,01	2	0,01	0,57	0,5722
Error	0,24	20	0,01		
Total	0,56	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32445

Error: 0,0121 gl: 20

trat	Medias	n	E.E.	
t11	5,23	3	0,06	A
t9	5,16	3	0,06	A B
t8	5,16	3	0,06	A B
t3	5,13	3	0,06	A B
t6	5,11	3	0,06	A B
t4	5,10	3	0,06	A B
t10	5,08	3	0,06	A B
t2	5,03	3	0,06	A B
t5	4,98	3	0,06	A B
t7	4,97	3	0,06	A B
t1	4,88	3	0,06	B

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

Anexo 8. Análisis de varianza del diámetro de la mazorca.
Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
100 granos	33	0,63	0,42	2,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,72	12	3,39	2,89	0,0173
Rep	1,07	2	0,54	0,46	0,6395
trat	39,65	10	3,96	3,38	0,0098
Error	23,46	20	1,17		
Total	64,18	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,19395

Error: 1,1728 gl: 20

trat	Medias	n	E.E.		
t3	40,83	3	0,63	A	
t4	40,03	3	0,63	A	B
t2	39,97	3	0,63	A	B
t10	39,42	3	0,63	A	B
t5	38,92	3	0,63	A	B
t7	38,91	3	0,63	A	B
t6	38,39	3	0,63	A	B
t8	38,35	3	0,63	A	B
t11	38,12	3	0,63	A	B
t9	37,29	3	0,63		B
t1	37,15	3	0,63		B

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

Anexo 9. Análisis de varianza del peso de 100 granos.
Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
grantu	33	0,72	0,54	11,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,41	12	2,87	4,19	0,0024
Rep	0,59	2	0,30	0,43	0,6546
trat	33,82	10	3,38	4,94	0,0012
Error	13,69	20	0,68		
Total	48,10	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,44052

Error: 0,6847 gl: 20

trat	Medias	n	E.E.		
t2	10,54	3	0,48	A	
t3	7,59	3	0,48		B
t5	7,37	3	0,48		B
t8	7,33	3	0,48		B
t4	7,27	3	0,48		B
t10	7,21	3	0,48		B
t9	7,16	3	0,48		B
t11	6,99	3	0,48		B
t7	6,95	3	0,48		B
t6	6,90	3	0,48		B
t1	6,59	3	0,48		B

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

Anexo 10. Análisis de varianza de la relación grano-tusa.
Aroca, 2022.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	33	0,84	0,75	5,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27469817,57	12	2289151,46	9,02	<0,0001
Rep	904895,49	2	452447,74	1,78	0,1938
trat	26564922,08	10	2656492,21	10,47	<0,0001
Error	5074634,21	20	253731,71		
Total	32544451,77	32			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1485,61121

Error: 253731,7104 gl: 20

trat	Medias	n	E.E.				
t9	10853,80	3	290,82	A			
t4	10312,63	3	290,82	A	B		
t11	10306,70	3	290,82	A	B		
t7	10003,40	3	290,82	A	B	C	
t8	9879,07	3	290,82	A	B	C	
t3	9749,00	3	290,82	A	B	C	
t2	9436,03	3	290,82	A	B	C	
t10	9284,40	3	290,82		B	C	
t6	8896,67	3	290,82		B	C	D
t5	8788,27	3	290,82			C	D
t1	7415,00	3	290,82				D

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

Anexo 11. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea.
Aroca, 2022.

Análisis económico por Ha (siembra invernal)															
Descripción	Costos directos				Tratamientos										
	Unidad	Cantidad	P. unitario (\$)	Frecuencia	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11
Preparación del suelo															
Limpieza	Jornal	2	20,00	1	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Maquinaria	Hora	4	35,00	1	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
Siembra															
siembra directa	Jornal	6	20,00	1	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Semilla Advanta9139	Saco	1	278,00	1	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00	278,00
Nutrición y Fertilización															
Aplicadores	Jornal	2	20	3	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Dap	Saco	1	52,00	1	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Urea	Saco	4	42,00	1	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00
Muriato de potasio	Saco	1	50,00	1	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Nutrisorb L	Lt	3	20,75	1	0,00	0,00	62,25	62,25	62,25	62,25	62,25	62,25	62,25	62,25	62,25
Atp Up	Lt	3	23,25	1	0,00	69,75	0,00	69,75	69,75	69,75	69,75	0,00	69,75	69,75	69,75
Proquelate Zn	Lt	3	10,95	1	0,00	32,85	32,85	0,00	32,85	32,85	32,85	32,85	0,00	32,85	32,85
Selecto XL	Lt	1	61,45	3	0,00	61,45	61,45	61,45	0,00	61,45	61,45	61,45	61,45	0,00	61,45
Control de plagas															
Insecticida Cipermetrina	Lt	2	6,00	2	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Insecticida Conquest	Lt	0,25	21,80	1	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80	21,80
Manejo de malezas															
Dicloruro de Paraquat	Lt	2	7,00	2	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Control manual	Jornal	4	20,00	3	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Cosecha															
Cosechador	Jornal	6	20,00	1,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Desgranado	Saco		0,5		69,47	88,41	91,34	96,62	82,34	83,36	93,73	92,56	101,69	86,99	96,57
Producción															
Rendimiento	kg/ha				7415	9436,03	9749	10312,63	8788,27	8896,67	10003,4	9879,07	10853,8	9284,4	10306,7
Rendimiento ajustado (15%)					6302,75	8020,63	8286,65	8765,74	7470,03	7562,17	8502,89	8397,21	9225,73	7891,74	8760,70
Quintales	Saco				138,95	176,82	182,69	193,25	164,68	166,71	187,45	185,12	203,39	173,98	193,14
Precio kg de maíz	\$				0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Ingresos	\$				2079,91	2646,81	2734,59	2892,69	2465,11	2495,52	2805,95	2771,08	3044,49	2604,27	2891,03
Costos de Producción	\$				1471,27	1654,26	1649,69	1691,87	1648,99	1711,46	1659,58	1650,91	1696,94	1653,64	1724,67
Relacion b/c					1,41	1,60	1,66	1,71	1,49	1,46	1,69	1,68	1,79	1,57	1,68
Líquidez bruta	\$				608,63	992,55	1084,90	1200,82	816,12	784,06	1146,38	1120,17	1347,55	950,63	1166,36

Anexo 12. Tabla de análisis económico según recomendación del CIMMYT.
Aroca, 2022.



Anexo 13. Ubicación del trabajo experimental, Cerecita – Guayas.
Google Earth, 2023.



Anexo 14. Preparación del terreno para la siembra.
Aroca, 2022.



Anexo 15. Siembra y elaboración de los bloques experimentales.
Aroca, 2022.



Anexo 16. Emergencia de las plántulas de maíz del experimento.
Aroca, 2022.



Anexo 17. Aplicación de fertilizante DAP a los 5 días des de siembra (DDS).
Aroca, 2022.



Anexo 18. Ácidos carboxílicos testeados en el ensayo experimental.
Aroca, 2022.



Anexo 19. Materiales por usarse durante la aplicación de los tratamientos.
Aroca, 2022.



Anexo 20. Preparación y aplicación de los tratamientos (10 DDS).
Aroca, 2022.



Anexo 21. Control de malezas.
Aroca, 2022.



Anexo 22. Aplicación de Urea a los 15 días después de la siembra.
Aroca, 2022.



Anexo 23. Realeo para control poblacional.
Aroca, 2022.



Anexo 24. Preparación y aplicación de los tratamiento a los 20 DDS.
Aroca, 2022.



Anexo 25. Toma de datos de la variable altura de planta a los 30 DDS.
Aroca, 2022.



Anexo 26. Toma de datos de la variable grosor del tallo a los 30 DDS.
Aroca, 2022.



Anexo 27. Visita del tutor al área experimental.
Aroca, 2022.



Anexo 28. Toma de datos de la variable altura de planta a los 60 DDS.
Aroca, 2022.



Anexo 29. Preparación para la cosecha.
Aroca, 2022.



Anexo 30. Cosecha de las unidades experimentales.
Aroca, 2022.



Anexo 31. Toma de datos de humedad de la semilla.
Aroca, 2022.