



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE 4 AMINOÁCIDOS COMERCIALES EN LA PRODUCCIÓN  
DEL MAÍZ HÍBRIDO TRUENO.**

**ARAUJO ENCALADA OLMEDO ENRIQUE  
INGENIERO AGRONOMO**

**LITUMA CAÑAR YORLIN DENILSON  
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**EFEECTO DE 4 AMINOÁCIDOS COMERCIALES EN LA  
PRODUCCIÓN DEL MAÍZ HÍBRIDO TRUENO.**

**ARAUJO ENCALADA OLMEDO ENRIQUE  
INGENIERO AGRONOMO**

**LITUMA CAÑAR YORLIN DENILSON  
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**EFFECTO DE 4 AMINOÁCIDOS COMERCIALES EN LA  
PRODUCCIÓN DEL MAÍZ HÍBRIDO TRUENO.**

**ARAUJO ENCALADA OLMEDO ENRIQUE  
INGENIERO AGRONOMO**

**LITUMA CAÑAR YORLIN DENILSON  
INGENIERO AGRONOMO**

**CUN CARRION JORGE VICENTE**

**MACHALA  
2024**

# MAÍZ- ARAUJO Y LITUMA

**4%**  
 Textos sospechosos



**5% Similitudes**  
 0% similitudes entre comillas  
 2% entre las fuentes mencionadas (ignorado)  
**10% Idiomas no reconocidos (ignorado)**

Nombre del documento: MAÍZ- ARAUJO Y LITUMA.docx  
 ID del documento: 278f4b8577478f83508a2f05caaa7a3a01760c29  
 Tamaño del documento original: 3,43 MB  
 Autores: []

Depositante: JORGE VICENTE CUN CARRION  
 Fecha de depósito: 14/2/2025  
 Tipo de carga: interface  
 fecha de fin de análisis: 14/2/2025

Número de palabras: 11.277  
 Número de caracteres: 76.180

Ubicación de las similitudes en el documento:




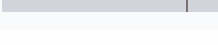
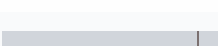

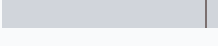
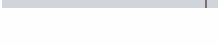

## Fuentes principales detectadas


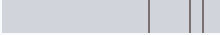

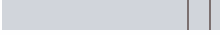
N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://www.mdpi.com/2075-4450/11/7/431/notes">www.mdpi.com</a>   Insects   Free Full-Text   Comparative Toxicity of Helicoverpa armi... <a href="https://www.mdpi.com/2075-4450/11/7/431/notes">https://www.mdpi.com/2075-4450/11/7/431/notes</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	<a href="http://localhost/bitstream/49000/466/7/T-UTB-FACIAG-AGR-000081.pdf.txt">localhost</a>   Respuesta del cultivo de Maíz (zea mayz) a la aplicación de tres bioestimu... <a href="http://localhost/bitstream/49000/466/7/T-UTB-FACIAG-AGR-000081.pdf.txt">http://localhost/bitstream/49000/466/7/T-UTB-FACIAG-AGR-000081.pdf.txt</a> 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
3	<a href="https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6005">ciencialatina.org</a> <a href="https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6005">https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6005</a> 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
4	<a href="http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5887/1/Evaluación%20del%20acolchado%20plástico%20en%20la%20p...">repositorio.iniap.gob.ec</a> <a href="http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5887/1/Evaluación del acolchado plástico en la p...">http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5887/1/Evaluación del acolchado plástico en la p...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
5	<a href="https://doi.org/10.3390/molecules26010199">doi.org</a>   Colored Corn: An Up-Date on Metabolites Extraction, Health Implication, an... <a href="https://doi.org/10.3390/molecules26010199">https://doi.org/10.3390/molecules26010199</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2588">revistas.usfq.edu.ec</a> <a href="https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2588">https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2588</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	<a href="https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/466?show=full">dspace.utb.edu.ec</a>   Respuesta del cultivo de Maíz (zea mayz) a la aplicación de tres ... <a href="https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/466?show=full">https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/466?show=full</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
3	Documento de otro usuario #a8051f El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	Documento de otro usuario #7092fa El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	<a href="https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/123456789/7195/1/GOYES%20TORRES-%20CONTRERA...">repositorio.unemi.edu.ec</a> <a href="https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/123456789/7195/1/GOYES TORRES- CONTRERA...">https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/123456789/7195/1/GOYES TORRES- CONTRERA...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

**Fuentes ignoradas** Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://doi.org/10.3390/microorganisms10050939">doi.org</a>   Endosymbiotic Bacterial Diversity of Corn Leaf Aphid, Rhopalosiphum maidi... <a href="https://doi.org/10.3390/microorganisms10050939">https://doi.org/10.3390/microorganisms10050939</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (46 palabras)
2	<a href="https://doi.org/10.3390/insects11040240">doi.org</a>   The Efficacy of Alternative, Environmentally Friendly Plant Protection Measu... <a href="https://doi.org/10.3390/insects11040240">https://doi.org/10.3390/insects11040240</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (47 palabras)
3	<a href="https://www.mdpi.com/2075-4450/11/4/240">www.mdpi.com</a>   The Efficacy of Alternative, Environmentally Friendly Plant Protecti... <a href="https://www.mdpi.com/2075-4450/11/4/240">https://www.mdpi.com/2075-4450/11/4/240</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (47 palabras)
4	<a href="https://doi.org/10.3390/nano10040739">doi.org</a>   Soil Application of Nano Silica on Maize Yield and Its Insecticidal Activity Aga... <a href="https://doi.org/10.3390/nano10040739">https://doi.org/10.3390/nano10040739</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (51 palabras)
5	<a href="https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/6005/9107">ciencialatina.org</a> <a href="https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/6005/9107">https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/6005/9107</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)
6	<a href="https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/88/notes">www.mdpi.com</a>   Plants   Free Full-Text   Photosynthetic Metabolism under Stressf... <a href="https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/88/notes">https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/88/notes</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
7	<a href="https://doi.org/10.3390/plants9010088">doi.org</a>   Photosynthetic Metabolism under Stressful Growth Conditions as a Bases f... <a href="https://doi.org/10.3390/plants9010088">https://doi.org/10.3390/plants9010088</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
8	 <b>dspace.espoche.edu.ec</b> http://dspace.espoche.edu.ec/bitstream/123456789/19046/1/13T01084.pdf	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
9	 <b>doi.org</b>   Biostimulants in Corn Cultivation as a Means to Alleviate the Impacts of Irre... https://doi.org/10.3390/plants12132569	< 1%		📄 Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)

**Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)** Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1  <https://doi.org/10.120/97802-12>
- 2  <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126101>
- 3  [https://doi.org/10.1162/jinh\\_a\\_02001](https://doi.org/10.1162/jinh_a_02001)
- 4  <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02202>
- 5  <https://doi.org/10.482/j.ia.v6n2.a5180>

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, ARAUJO ENCALADA OLMEDO ENRIQUE y LITUMA CAÑAR YORLIN DENILSON, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE 4 AMINOÁCIDOS COMERCIALES EN LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ HÍBRIDO TRUENO., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ARAUJO ENCALADA OLMEDO ENRIQUE

0705803377



LITUMA CAÑAR YORLIN DENILSON

0928968221

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestra gratitud infinita a Dios, por darnos la sabiduría, fortaleza y haber podido llegar a esta etapa de preparación profesional.

A nuestros padres y familiares por haber sido los impulsores para lograr nuestra meta.

Extendemos nuestros agradecimientos a la Universidad Técnica de Machala quien nos acogió y formó académicamente.

Al personal docente que compartió sus enseñanzas en cada periodo de clases y de forma especial a nuestros tutores quienes con sus conocimientos nos orientaron facilitando el perfeccionamiento y avance de nuestro trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo dedicamos en primer lugar, a nuestras familias quienes fueron el pilar fundamental a lo largo de este recorrido. A nuestros padres por su amor y apoyo constante, incluso en momentos difíciles.

De manera especial a mi mamá que se encuentra en el descanso eterno, que fue mi máxima inspiración en continuar y no rendirme.

Dedicamos este logro a las amistades, aquellos con los que hemos compartido gratos momentos dentro y fuera de las aulas lo cual convirtió que este viaje fuera más llevadero.



## RESUMEN

El maíz híbrido "Trueno" es un cultivo de gran importancia en Ecuador, especialmente en la provincia de El Oro, donde su producción enfrenta diversos retos agronómicos. El uso de bioestimulantes como los aminoácidos comerciales ha sido propuesto como una estrategia para mejorar la productividad del maíz sin recurrir exclusivamente a fertilizantes químicos. Esta investigación evaluó el efecto de cuatro aminoácidos comerciales (ISABION, QUANTIS, LEVOAMIN y BOMBARDIER) en el crecimiento y rendimiento del maíz híbrido "Trueno", con el objetivo de determinar su influencia en parámetros agronómicos clave. El estudio se llevó a cabo en la vía La Primavera, Machala, provincia de El Oro, empleando un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos (cuatro aplicaciones de aminoácidos y un testigo sin aplicación), cada uno con cuatro repeticiones. Se midieron variables como altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta, número de mazorcas, peso de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, cantidad de granos por hilera y rendimiento. Los resultados demostraron diferencias significativas en varias variables analizadas. En términos de crecimiento, los tratamientos con QUANTIS y LEVOAMIN mostraron los mayores valores en altura de planta, mientras que ISABION y QUANTIS fueron los más efectivos en incrementar el diámetro del tallo. En cuanto al número de hojas por planta, ISABION presentó la mayor cantidad, lo que sugiere una mejora en el desarrollo foliar del cultivo. Respecto a la producción, el tratamiento LEVOAMIN sobresalió en el número de hileras por mazorca y en la longitud de mazorca, lo que indica un efecto positivo en la estructura de la planta. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el número de mazorcas por planta ni en el peso de mazorca, lo que demuestra que los aminoácidos no impactaron directamente en estas variables. El rendimiento del cultivo, medido en quintales por hectárea (qq/ha), no presentó diferencias significativas entre tratamientos, aunque BOMBARDIER obtuvo el mayor valor. Por otro lado, el peso del grano al 14% de humedad sí mostró diferencias estadísticamente significativas, con QUANTIS y BOMBARDIER registrando los mejores resultados. Esto indica que, aunque el rendimiento total no fue afectado de manera considerable, la calidad del grano podría beneficiarse con la aplicación de estos aminoácidos. Se concluye que el uso de aminoácidos comerciales puede influir positivamente en algunos parámetros del maíz híbrido "Trueno", especialmente en el desarrollo vegetativo y en la calidad del grano. Sin embargo, no se evidenció un impacto significativo en el rendimiento final del cultivo.

**Palabras clave:** Bioestimulantes, maíz híbrido, aminoácidos.

## ABSTRAC

Hybrid corn "Trueno" is a crop of great importance in Ecuador, particularly in the province of El Oro, where its production faces various agronomic challenges. The use of biostimulants, such as commercial amino acids, has been proposed as a strategy to improve corn productivity without relying solely on chemical fertilizers. This study evaluated the effect of four commercial amino acids (ISABION, QUANTIS, LEVOAMIN, and BOMBARDIER) on the growth and yield of hybrid corn "Trueno" to determine their influence on key agronomic parameters. The research was conducted in La Primavera, Machala, El Oro province, using a completely randomized block design (CRBD) with five treatments (four amino acid applications and one control without application), each with four replications. Variables such as plant height, stem diameter, number of leaves per plant, number of ears per plant, ear weight, ear length and diameter, number of kernels per row, and total crop yield were measured. The results showed significant differences in several variables. In terms of growth, treatments with QUANTIS and LEVOAMIN had the highest plant heights, while ISABION and QUANTIS were most effective in increasing stem diameter. Regarding the number of leaves per plant, ISABION had the highest count, suggesting improved foliar development. For production-related parameters, the LEVOAMIN treatment stood out in the number of rows per ear and ear length, indicating a positive effect on plant structure. However, there were no significant differences in the number of ears per plant or ear weight, suggesting that amino acids did not directly impact these variables. Crop yield, measured in quintals per hectare (qq/ha), showed no significant differences between treatments, although BOMBARDIER achieved the highest value. On the other hand, grain weight at 14% moisture showed statistically significant differences, with QUANTIS and BOMBARDIER recording the best results. This indicates that while total yield was not significantly affected, grain quality may benefit from the application of these amino acids. It is concluded that the use of commercial amino acids can positively influence some parameters of hybrid corn "Trueno," particularly in vegetative development and grain quality. However, there was no significant impact on final crop yield.

**Keywords:** Biostimulants, hybrid corn, amino acids.

# Índice

RESUMEN	
AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRAC .....	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	11
ÍNDICE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Objetivo General .....	14
1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	15
2.1. Origen del maíz.....	15
2.2. Cultivo de maíz en el mundo.....	15
2.3. Cultivo de maíz en el Ecuador .....	15
2.4. Clasificación taxonómica .....	16
2.5. Características morfológicas del maíz .....	16
2.6. Descripción botánica del maíz.....	16
2.6.1. Raíz .....	16
2.6.2. Tallo .....	17
2.6.3. Hojas .....	17
2.6.4. Grano .....	17
2.6.5. Altitud .....	17
2.7. Características climáticas del cultivo.....	17
2.7.1. Precipitación.....	17
2.7.2. Temperatura .....	17
2.8. Características del maíz Híbrido “Trueno” .....	17
2.8.1. Siembra.....	17
2.8.1.1. Época .....	17
2.8.1.2. Densidad de siembra .....	18
2.8.2. Método de siembra.....	18

2.8.2.1. Manual.....	18
2.8.2.2. Mecanizada.....	18
2.9. Manejo agronómico del cultivo.....	18
2.9.1. Selección del terreno.....	18
2.9.2. Preparación del suelo.....	18
2.9.3. Fertilización.....	19
2.9.3.1. Fertilización base.....	19
2.9.3.2. Fertilización de cobertura.....	19
2.9.3.3. Fertilización foliar.....	19
2.9.3.4. Control de arvenses.....	20
2.9.4. Riego.....	20
2.9.5. Control de plagas.....	20
2.9.5.1. Gusano cogollero ( <i>Helicoverpa armígera</i> ).....	20
2.9.5.2. Pulgón del maíz ( <i>Aphididae</i> ).....	20
2.9.5.3. Taladros del maíz ( <i>Ostrinia nubilalis</i> ).....	20
2.9.6. Cosecha.....	21
2.9.7. Comercialización.....	21
2.10. Aminoácidos comerciales.....	21
2.10.1. ISABION.....	21
2.10.2. QUANTIS.....	21
2.10.3. LEVOAMIN.....	22
2.10.4. BOMBARDIER.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Ubicación del estudio.....	23
3.2. Diseño experimental.....	23
3.3. Hipótesis estadística.....	24
3.3. Material vegetal y manejo del cultivo.....	25
3.4. Aplicación de los tratamientos.....	25
3.5. Variables evaluadas.....	26
3.6. Análisis estadístico.....	26
3.7. Análisis de variancia.....	26
3.8. Prueba de comparación de promedios.....	26
3.9. Consideraciones éticas y ambientales.....	27
3.10. Cronograma de actividades.....	27
3.11. Manejo agronómico del experimento.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	30

4.1.	Altura de la planta.....	30
4.2.	Número de hojas por planta.....	31
4.3.	Diámetro del tallo (cm) .....	32
4.4.	Número mazorcas por planta.....	34
4.5.	Masa de mazorca (g).....	35
4.6.	Número hileras por mazorca.....	36
4.7.	Granos por hilera.....	38
4.8.	Longitud de mazorca (cm).....	39
4.9.	Diámetro mazorca (cm) .....	40
4.10.	Rendimiento (qq/ha) .....	42
5.	CONCLUSIONES .....	45
6.	RECOMENDACIONES .....	46
	REFERENCIAS .....	47

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Esquema de análisis de varianza.....	26
Tabla 2. ANOVA variable altura de planta.....	30
Tabla 3. ANOVA variable número hojas por planta.....	31
Tabla 4. ANOVA variable diámetro del tallo (cm) .....	33
Tabla 5. ANOVA variable número mazorcas por planta.....	34
Tabla 6. ANOVA variable masa mazorca (g).....	36
Tabla 7. ANOVA variable # hileras por mazorca.....	37
Tabla 8. ANOVA variable granos por hilera.....	38
Tabla 9. ANOVA variable longitud de mazorca .....	39
Tabla 10. ANOVA variable diámetro mazorca (cm) .....	41
Tabla 11. ANOVA variable rendimiento (qq/ha).....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación satelital del lugar de investigación.....	23
Figura 2. Preparación del terreno y siembra.....	27
Figura 3. Aplicación de tratamientos.....	28
Figura 4. Monitoreo y toma de datos .....	28
Figura 5. Análisis de datos y redacción .....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación de media entre tratamiento variable altura de planta (m) .....	31
Gráfico 2. Comparación de media entre tratamiento variable número de hojas .....	32
Gráfico 3. Comparación de media entre tratamiento variable diámetro del tallo (cm) ...	34
Gráfico 4. Comparación de media entre tratamiento variable número mazorcas por planta.....	35
Gráfico 5. Comparación de media entre tratamiento variable masa mazorca (g) .....	36
Gráfico 6. Comparación de media entre tratamiento variable # hileras por mazorca....	38
Gráfico 7. Comparación de media entre tratamiento variable granos por hilera .....	39
Gráfico 8. Comparación de media entre tratamiento variable longitud mazorca	40
Gráfico 9. Comparación de media entre tratamiento variable diámetro mazorca (cm).	41
Gráfico 10. Comparación de rendimiento (qq/ha) de maíz híbrido Trueno al 14% de humedad.....	43
Gráfico 11 Comparación de rendimiento (t*ha-1) de maíz híbrido Trueno al 14% de humedad.....	44



## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, no solo por su contribución a la seguridad alimentaria, sino también por su papel en la economía y la agricultura sostenible. A nivel global, su producción está expuesta a diversos factores que afectan su rendimiento, como el cambio climático, manejo agrícola y la fertilización inadecuada. En este contexto, el uso de bioestimulantes como los aminoácidos comerciales ha ganado interés debido a su potencial para mejorar la calidad del suelo, eficiencia en el uso de nutrientes y, en consecuencia, el rendimiento de los cultivos (Rouphael & Colla, 2020).

Actualmente, el cultivo de maíz híbrido “Trueno” se ha consolidado como una opción productiva para muchos agricultores, especialmente en regiones donde las condiciones edafoclimáticas limitan el crecimiento de los cultivos. Uno de estos lugares es la vía a La Primavera en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, conocida por su importancia agrícola y el gran potencial productivo de sus tierras. Sin embargo, la adopción de técnicas de fertilización orgánica o alternativas a los fertilizantes químicos sigue siendo limitada en esta zona, lo que puede impactar negativamente en el rendimiento y la calidad del grano.

La problemática actual radica en la necesidad de encontrar estrategias sostenibles que permitan incrementar la productividad del maíz sin sobreexplotar los recursos naturales. En la zona de la vía a La Primavera, la producción de maíz enfrenta varios retos, como el desgaste constante del suelo debido a prácticas agrícolas convencionales, la limitada disponibilidad de agua durante ciertas épocas del año, y la falta de uso de tecnologías sostenibles que contribuyan al mejoramiento del rendimiento. Estas condiciones agrarias ponen en riesgo la sostenibilidad del cultivo, limitando tanto la calidad del grano como el rendimiento.

Bajo este contexto, el uso de aminoácidos comerciales ofrece una alternativa viable al contribuir al equilibrio nutricional del suelo, estimular el crecimiento de las plantas, y mejorar su resistencia frente a situaciones de estrés hídrico y climático.

Es esencial investigar los efectos específicos de los aminoácidos comerciales en los parámetros agronómicos del maíz híbrido “Trueno”, como la biomasa, número de espigas, peso del grano, y la capacidad de adaptación a condiciones adversas. De igual manera, entender cómo estos aminoácidos pueden impactar en el rendimiento total del cultivo, no solo desde el punto de vista biológico, sino también económico es clave para definir su viabilidad como técnica agronómica.

Esta investigación se justifica debido al creciente interés en la bioestimulación como herramienta complementaria a las prácticas tradicionales de fertilización. La eficiencia en el uso de nutrientes y la mejora en la calidad del grano son aspectos que se han explorado en estudios anteriores (Timsina et al., 2021), pero la relación costo-beneficio del uso de aminoácidos sigue siendo poco abordada en el cultivo de maíz híbrido “Trueno”. Por lo tanto, el presente estudio no solo busca llenar ese vacío, sino también aportar información que permita a los agricultores tomar decisiones más informadas para optimizar sus cultivos.

Se ha documentado ampliamente cómo los aminoácidos comerciales pueden influir positivamente en otros cultivos, mejorando características como el rendimiento, resistencia al estrés, fotosíntesis y la absorción de nutrientes (Morales et al., 2020) (Trovato et al., 2021) Sin embargo, la aplicación de estos en el cultivo de maíz híbrido “Trueno” aún no han sido completamente estudiada. Por ello, es fundamental realizar este estudio que permita identificar y cuantificar los efectos de cuatro aminoácidos comerciales (ISABION, QUANTIS, LEVOAMIN y BOMBARDIER) sobre la producción y calidad del maíz híbrido.

La importancia de este tema radica en su potencial para contribuir a la sostenibilidad agrícola, ya que al optimizar el rendimiento del maíz híbrido “Trueno” con la aplicación de aminoácidos comerciales, se podría reducir los costos de producción a largo plazo y mejorar la competitividad del cultivo.

Este trabajo se llevó a cabo en la vía La Primavera en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, una zona reconocida por su vocación agrícola y su relevancia en la producción de maíz. En esta zona, el estudio del efecto de los aminoácidos comerciales en el cultivo de maíz híbrido “Trueno” permitirá obtener resultados específicos adaptados a las condiciones locales, además de ofrecer información relevante para los agricultores que buscan mejorar su productividad en un entorno caracterizado por su diversidad agroclimática.

La producción de maíz en los Estados Unidos depende de diversos factores como la región, las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas empleadas. En términos generales, el rendimiento promedio se sitúa entre 10 y 12 toneladas por hectárea, lo que equivale a alrededor de 160 a 190 bushels por acre, unidad comúnmente utilizada en ese país. Las áreas con mayor productividad incluyen estados como Iowa, Illinois y Nebraska, donde los rendimientos pueden ser aún más elevados bajo condiciones óptimas. (Agriculture, 1999)

En Ecuador, la provincia de Los Ríos destaca como la principal productora de maíz, tanto por el volumen total de producción como por su rendimiento por hectárea. Esta posición privilegiada se atribuye a factores como las condiciones climáticas favorables, la fertilidad del suelo y el empleo de tecnologías agrícolas modernas. Además, junto a otras provincias como Manabí y Guayas, Los Ríos constituye una de las principales zonas productoras de maíz en el país. En esta provincia, los rendimientos pueden alcanzar entre 5 y 6 toneladas por hectárea bajo condiciones óptimas, lo que la consolida como un referente en la producción tecnificada de maíz a nivel nacional. (MAGAP, 2021)

### **1.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro aminoácidos comerciales en la producción y calidad del cultivo de maíz híbrido “Trueno”

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los efectos de la aplicación de aminoácidos comerciales en los parámetros agronómicos del maíz híbrido “Trueno”.
- Comparar el impacto de los aminoácidos comerciales en el rendimiento del cultivo de maíz híbrido “Trueno”.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Origen del maíz**

El maíz (*Zea mays*) es una planta gramínea de origen americano que ha sido cultivada durante miles de años y cuya historia está profundamente ligada al desarrollo de las civilizaciones precolombinas. Se cree que su domesticación comenzó hace aproximadamente 9 000 años en la región sur de México, específicamente en el valle del río Balsas, donde el teocintle, su ancestro silvestre, fue sometido a procesos de selección artificial por los antiguos agricultores (Muñoz, 2022). Con la llegada de los europeos al continente americano en el siglo XV, el maíz se difundió rápidamente al resto del mundo, adaptándose a diversos climas y suelos, lo que lo ha posicionado como uno de los cultivos más importantes y versátiles a nivel global en la actualidad (Hancock, 2022).

### **2.2. Cultivo de maíz en el mundo**

El maíz es uno de los cultivos más ampliamente cultivados a nivel mundial, debido a versatilidad, alto rendimiento y múltiples usos. Ocupa una posición destacada en la agricultura global, siendo un componente esencial en la alimentación humana, producción de forraje para animales y como materia prima para diversas industrias, incluidas las de biocombustibles y productos derivados del almidón (Tanklevska et al., 2020). Según datos recientes, los principales productores de maíz a nivel mundial son Estados Unidos, China, Brasil, Argentina e India, que en conjunto representan una proporción significativa de la producción global. Estados Unidos lidera la producción con vastas extensiones dedicadas al cultivo, especialmente en el cinturón maicero del Medio Oeste, donde las condiciones climáticas y los avances tecnológicos han impulsado altos rendimientos (Klein & Vidal Luna, 2022). La producción de maíz a nivel mundial es más grande que cualquier otro cereal. El maíz, es uno de los cereales más importante y cultivado en todo el mundo, logrando una producción de 1,224.3 millones de toneladas métricas, donde el país Estados Unidos fue el principal productor de maíz, con el 31,83% del volumen total.

### **2.3. Cultivo de maíz en el Ecuador**

En Ecuador, el maíz es uno de los cultivos más importantes para la economía agrícola y la seguridad alimentaria, desempeñando un rol clave tanto para el consumo humano como la alimentación animal. Las principales variedades cultivadas son el maíz amarillo duro, destinado mayormente a la producción de balanceados para animales, y el maíz suave, que se utiliza en la elaboración de productos tradicionales como humitas, tortillas

y chicha. El maíz ocupa una posición destacada entre los cereales, representando el 32.93% de la superficie sembrada en el país durante el año 2022 (INEC, 2022). En el año anterior, en 2021, se cosecharon 356,922 hectáreas de maíz, generando una producción total de 1,868,725 toneladas métricas. Los Ríos encabezó la producción nacional con el 48%, seguido por Manabí con el 22% y Guayas con el 19% (CFN, 2022). Las principales zonas de producción incluyen la región litoral, específicamente en provincias como Manabí, Guayas, Los Ríos y El Oro, donde las condiciones climáticas y edáficas favorecen su desarrollo (Caviedes et al., 2020).

#### **2.4. Clasificación taxonómica**

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Subfamilia:** Panicoideae
- **Tribu:** Andropogoneae
- **Género:** Zea
- **Especie:** *Zea mays*

El género *Zea* incluye otras especies relacionadas, pero *Zea mays* es la única domesticada y ampliamente cultivada. Dentro de esta especie, se encuentran múltiples variedades e híbridos desarrollados para adaptarse a diversas condiciones climáticas y productivas (Sahoo et al., 2021).

#### **2.5. Características morfológicas del maíz**

Presenta características morfológicas distintivas que lo convierten en uno de los cultivos más versátiles. Su ciclo de crecimiento incluye fases vegetativas (desarrollo de raíces, tallos, hojas) y reproductivas (formación de flores y granos). A continuación, se describen estas características en el punto 2.6

#### **2.6. Descripción botánica del maíz**

##### **2.6.1. Raíz**

Posee un sistema radical fasciculado que consta de raíces primarias, secundarias y adventicias. Las raíces adventicias, que se desarrollan desde los primeros nudos del tallo, brindan estabilidad a la planta y mejoran la absorción de agua y nutrientes (Curry, 2024).

### **2.6.2. Tallo**

Es cilíndrico, erecto, hueco entre los entrenudos y macizo en los nudos. Puede alcanzar alturas entre 1 a 4 metros, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Su rigidez proporciona soporte para el follaje y las mazorcas (Ottesen et al., 2022).

### **2.6.3. Hojas**

Dispuestas de manera alterna a lo largo del tallo, hojas del maíz son largas, lanceoladas y paralelinervadas. Cada planta suele tener entre 8 y 20 hojas, dependiendo de la variedad y las condiciones de crecimiento (Xue et al., 2020).

### **2.6.4. Grano**

El fruto del maíz es un cariopside, que consiste en un pericarpio fusionado con la semilla. Los granos pueden variar en tamaño, forma y color (amarillo, blanco, morado, entre otros), dependiendo de la variedad (Colombo et al., 2021).

### **2.6.5. Altitud**

Se adapta a una amplia gama de altitudes, desde el nivel del mar hasta los 3 000 metros sobre el nivel del mar (msnm), dependiendo de la variedad. Las altitudes óptimas para su cultivo se encuentran entre 0 a 2 800 msnm, donde las temperaturas y condiciones de crecimiento son más favorables (Rivas et al., 2022).

## **2.7. Características climáticas del cultivo**

### **2.7.1. Precipitación**

Requiere una precipitación entre 500 a 1 200 mm, distribuidos de manera uniforme a lo largo de su ciclo de crecimiento. Las etapas críticas, como la germinación, crecimiento vegetativo y el llenado de los granos requieren suficiente disponibilidad de agua (Prasad et al., 2020).

### **2.7.2. Temperatura**

Este cultivo prospera en un rango de temperaturas entre 18°C y 30°C. Las temperaturas ideales durante el día oscilan entre 25°C y 30°C, mientras que las nocturnas deben mantenerse por encima de los 15°C para evitar estrés térmico. Temperaturas inferiores a 10°C superiores a 35°C pueden afectar negativamente el crecimiento, floración y la formación de granos (Sabagh et al., 2020).

## **2.8. Características del maíz Híbrido “Trueno”**

### **2.8.1. Siembra**

#### **2.8.1.1. Época**

Puede ser sembrado en diferentes épocas del año, dependiendo de las condiciones climáticas de la región (Baum et al., 2020). En zonas tropicales como la vía La Primavera,

la siembra generalmente se realiza al inicio de la temporada lluviosa, lo que garantiza la disponibilidad de agua para el establecimiento del cultivo

### **2.8.1.2. Densidad de siembra**

La densidad de siembra varía según el sistema de producción y las condiciones del suelo. En promedio, se sugiere una densidad de siembra de 60 000 a 70 000 plantas por hectárea en condiciones óptimas. Esto se traduce en un espaciamiento de 70 a 80 cm entre surcos y de 20 a 25 cm entre plantas dentro de una misma hilera (Djaman et al., 2022).

### **2.8.2. Método de siembra**

#### **2.8.2.1. Manual**

Es común en pequeñas parcelas o en sistemas de agricultura tradicional. Consiste en realizar hoyos o surcos en el suelo, generalmente con herramientas como azadones o barras sembradoras, donde se colocan las semillas de manera manual (Isaak et al., 2020).

#### **2.8.2.2. Mecanizada**

Se utiliza en grandes parcelas y en sistemas de agricultura tecnificada. Este método emplea sembradoras, que son máquinas diseñadas para depositar las semillas de manera uniforme y a una profundidad constante. Las sembradoras pueden ser de precisión, lo que permite un espaciamiento exacto entre plantas y surcos (Isaak et al., 2020).

## **2.9. Manejo agronómico del cultivo**

### **2.9.1. Selección del terreno**

Debe cumplir con ciertas características que aseguren condiciones óptimas para el establecimiento y crecimiento del maíz híbrido "Trueno". Los suelos contexturas francas, franco-arenosas o franco-arcillosas son ideales. Se requiere un suelo rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Prefiere un pH entre 5.8 a 7, siendo necesario un suelo profundo, con perfil de capas compactas para permitir el desarrollo radicular (Thidar et al., 2020).

### **2.9.2. Preparación del suelo**

Antes de la preparación es esencial limpiar el terreno eliminando malezas, residuos de cultivos anteriores, piedras y otros materiales. Una vez hecho esto, se debe realizar la labranza primaria que es la remoción del suelo para aflojarlo y mejorar su aireación y drenaje. Después, se realizan labores complementarias como el rastrillado o el uso de cultivadoras para nivelar el terreno y desmenuzar los terrones (El-Naggar et al., 2020).

Es clave realizar un análisis previo del suelo para identificar necesidades específicas de corrección; si el pH es demasiado ácido, se puede aplicar cal agrícola para neutralizarlo. En terrenos donde se utiliza siembra mecanizada o en áreas con problemas de drenaje, es común realizar surcos o camellones para facilitar la distribución uniforme de las semillas y el riego. Prefiere suelos profundos, bien drenados y con una buena capacidad de retención de agua. Los suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos son ideales, siempre que posean una alta fertilidad y un pH entre 5.8 y 7.5 (Stark & Thornton, 2020).

La adición de estiércol, compost, u otros biofertilizantes mejora la estructura del suelo. Antes de la siembra, se pueden aplicar tratamientos preventivos como desinfectantes o insecticidas al suelo, especialmente en áreas con historial de plagas o enfermedades que puedan afectar al cultivo (Nada et al., 2022).

### **2.9.3. Fertilización**

El maíz necesita de macronutrientes esenciales primarios, como el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), macronutrientes secundarios como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y micronutrientes como el Zinc (Zn), Hierro (Fe), Boro (B), y Manganeseo (Mn) (Davies et al., 2020).

La fertilización se realiza en tres etapas:

#### **2.9.3.1. Fertilización base**

Se aplica antes o durante la siembra. Incluye principalmente P y K junto con una porción de N. Los fertilizantes utilizados pueden ser fórmulas granuladas como 10-30-10 o 12-24-12 dependiendo del análisis de suelo. La dosis en esta etapa es de 150-200 kg/ha, dividido entre la fertilización base y de cobertera.

#### **2.9.3.2. Fertilización de cobertura**

Se realiza durante el crecimiento vegetativo, generalmente entre los 20 y 40 días después de la siembra. Consiste en aplicaciones adicionales de nitrógeno, esencial para el desarrollo de hojas, tallos y mazorcas. Urea (40-0-0) o nitrato de amonio son fertilizantes comunes en esta etapa. La dosis en esta fase es de 60-80 kg/ha, aplicados como fertilización de base.

#### **2.9.3.3. Fertilización foliar**

En etapas críticas como la floración o llenado del grano, se pueden aplicar micronutrientes y aminoácidos a través de pulverizaciones foliares para corregir deficiencias específicas. La dosis en esta fase es de 60-100 kg/ha, en base o dividido entre base y cobertera.



#### **2.9.3.4. Control de arvenses**

Existen diversos métodos de control, como la prevención mediante la limpieza del terreno, la selección de semillas certificadas y el manejo del suelo, así como el control mecánico, que incluye labores manuales y el uso de cultivadoras. El control químico con herbicidas preemergentes y posembrantes también es una herramienta efectiva cuando se aplica correctamente, siguiendo las dosis recomendadas (Babendreier et al., 2020).

#### **2.9.4. Riego**

Existen distintos métodos de riego, como el riego por aspersión, riego por goteo y el riego superficial, cada uno con sus ventajas y desventajas, dependiendo de las condiciones del terreno, disponibilidad de agua y los costos asociados (Valentín et al., 2020).

#### **2.9.5. Control de plagas**

Las plagas, como el taladro del maíz, gusanos cogolleros y pulgones, atacan principalmente las hojas, tallos y mazorcas, debilitando las plantas y facilitando la propagación de enfermedades. Existen diversas estrategias para el control de plagas, incluyendo prácticas culturales como la rotación de cultivos y la eliminación de residuos, el uso de variedades resistentes, y la aplicación de insecticidas químicos cuando es necesario.

##### **2.9.5.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Esta polilla nocturna se caracteriza por su larva, que ataca principalmente los cogollos y las mazorcas, dañando las hojas, el tallo y los granos, lo que reduce significativamente el rendimiento del cultivo. Las larvas se alimentan de las partes tiernas del maíz, creando lesiones que facilitan la invasión de patógenos y, en casos severos, pueden llevar a la muerte de las plantas (da Silva et al., 2020).

##### **2.9.5.2. Pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*)**

Estos insectos se alimentan succionando la savia de las hojas, tallos y mazorcas, lo que debilita las plantas y puede afectar negativamente su crecimiento y rendimiento. Los pulgones se reproducen rápidamente y a menudo forman colonias en el envés de las hojas, donde producen melaza, una sustancia que favorece el crecimiento de hongos como la fumagina. Además, al alimentarse, los pulgones pueden transmitir virus como el del mosaico del maíz, lo que agrava el daño al cultivo (Csorba et al., 2022).

##### **2.9.5.3. Taladros del maíz (*Ostrinia nubilalis*)**

Las larvas de esta polilla nocturna se alimentan de las partes tiernas del maíz, como los cogollos, las hojas y los tallos, causando graves daños al tejido vegetal. Los daños

provocados por las larvas pueden debilitar las plantas, reducir la capacidad fotosintética y afectar la formación de mazorcas, lo que directamente impacta el rendimiento del cultivo (Kaçar et al., 2023).

#### **2.9.6. Cosecha.**

Para obtener un rendimiento óptimo, es fundamental realizar la cosecha en el momento adecuado, cuando las mazorcas están completamente llenas y el grano alcanza la madurez fisiológica, es decir, cuando el contenido de humedad del grano se encuentra entre el 20% y el 25%. La cosecha se puede realizar tanto de manera manual, utilizando machetes o tijeras, como de forma mecanizada con cosechadoras, dependiendo de la extensión del área de cultivo (Huang et al., 2022).

#### **2.9.7. Comercialización**

Después de la cosecha, el maíz debe ser secado adecuadamente para evitar la aparición de hongos y garantizar su calidad durante el almacenamiento. Una vez que el grano alcanza los estándares de humedad adecuados, se clasifica según tamaño, color y grado de pureza antes de ser empaquetado en sacos o envases. La comercialización puede realizarse a través de diferentes canales, como la venta directa a cooperativas, distribuidores, agroindustrias, o en mercados mayoristas (Cañarte et al., 2021).

### **2.10. Aminoácidos comerciales**

#### **2.10.1. ISABION**

Este producto contiene una mezcla de aminoácidos libres que actúan como reguladores metabólicos, favoreciendo el desarrollo vegetativo, la fotosíntesis y la síntesis de proteínas en las plantas. Al aplicarse en el cultivo, ISABION contribuye a la eficiencia en el uso de los nutrientes, fortalece la resistencia al estrés biótico y abiótico, como la sequía y las plagas, y estimula el crecimiento de las raíces, lo que resulta en una mayor absorción de agua y nutrientes del suelo (Krinis et al., 2023)

#### **2.10.2. QUANTIS**

Este producto contiene una combinación de aminoácidos que actúan como potenciadores metabólicos, ayudando a la planta a optimizar el uso de agua y nutrientes, mientras mejora la síntesis de proteínas y la resistencia al estrés, tanto biótico como abiótico. Al aplicar QUANTIS, se estimula el desarrollo radicular, se aumenta la capacidad de las plantas para soportar condiciones adversas como la sequía, la salinidad y las plagas, y se favorece la floración y la formación de mazorcas (Kubina et al., 2024).

### **2.10.3. LEVOAMIN**

Este producto contiene aminoácidos específicos que promueven la síntesis de proteínas, mejoran la fotosíntesis y optimizan el metabolismo de los nutrientes en las plantas. Al aplicarse, LEVOAMIN fortalece el sistema radicular, favorece la formación de tejidos vegetativos y mejora la tolerancia al estrés ambiental, como la sequía y las bajas temperaturas (Biotech, 2024).

### **2.10.4. BOMBARDIER**

Este producto contiene una combinación de aminoácidos esenciales que actúan como reguladores metabólicos, estimulando la producción de enzimas, mejorando la absorción de nutrientes y fortaleciendo la resistencia de las plantas al estrés abiótico, como la falta de agua o las altas temperaturas. Al aplicarse, BOMBARDIER favorece el desarrollo radicular, optimiza la fotosíntesis y promueve la formación de mazorcas, lo que resulta en una mayor producción y calidad del grano (Sánchez-Navarro et al., 2020).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la vía La Primavera, en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, Ecuador. Esta zona se caracteriza por su vocación agrícola y condiciones agroclimáticas favorables para el cultivo de maíz, lo que la hace idónea para evaluar el efecto de aminoácidos comerciales en la producción del maíz híbrido "Trueno".

Las coordenadas geográficas en unidades UTM de lugar de estudio son:

- Latitud: 3°14'21" S
- Longitud: 79°55'53" W

**Figura 1. Ubicación satelital del lugar de investigación**



**Fuente:** Google maps

#### 3.2. Diseño experimental

Se empleará un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos, distribuidos en cuatro repeticiones. Este tipo de diseño experimental permite controlar la variabilidad dentro del campo de ensayo, asegurando que las diferencias observadas entre tratamientos se deban a los efectos de los aminoácidos aplicados y no a factores ambientales o edáficos.

La fórmula utilizada para el análisis del DBCA es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental correspondiente al tratamiento  $i$  y al bloque  $j$ .

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$ .

$B_j$  = Efecto del bloque  $j$ .

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la observación

### 3.3. Hipótesis estadística

**$H_0$  (Hipótesis nula):** La aplicación de los cuatro aminoácidos comerciales no tiene un efecto significativo en la producción del maíz híbrido "Trueno".

**$H_1$  (Hipótesis alternativa):** La aplicación de los cuatro aminoácidos comerciales tiene un efecto significativo en la producción del maíz híbrido "Trueno".

Los tratamientos consistirán en la aplicación de cuatro aminoácidos comerciales en diferentes dosis y combinaciones, además de un testigo sin aplicación:

- **T1:** QUANTIS 5cc/litro
- **T2:** BOMBARDIER 5cc/litro
- **T3:** ISABION 5cc/litro
- **T4:** LEVOAMIN 5cc/litro
- **T5 (Testigo):** Sin aminoácidos

A continuación, se presenta un esquema representativo del diseño experimental:

<b>B1</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T0</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>
<b>B2</b>	T2	T1	T4	T0	T3
<b>B3</b>	T3	T0	T1	T4	T2
<b>B4</b>	T4	T2	T3	T1	T0

#### **Especificaciones del diseño:**

- 5 tratamientos
- 4 repeticiones
- Numero de hileras: 6
- Espacio entre bloques: 3m
- Distancia entre planta: 0.20m
- Distancia entre hilera: 0.80m
- # Plantas/tratamiento: 360
- # Plantas útiles/tratamiento: 208

### **3.3. Material vegetal y manejo del cultivo**

Se utilizará la variedad de maíz híbrido "Trueno", ampliamente cultivada en la región. La siembra se realizará manualmente bajo un manejo agronómico estandarizado, con aplicaciones regulares de fertilizantes convencionales y riego controlado según las necesidades del cultivo.

### **3.4. Aplicación de los tratamientos**

Los aminoácidos comerciales serán aplicados mediante pulverización foliar en tres momentos clave del ciclo del cultivo:

- **Quantis:** Aplicación durante las fases fisiológicas; vegetativa y reproductiva.
- **Bombardier:** Primera aplicación a los 15 días después de la siembra y luego cada 15 días.
- **Isabion:** Primera aplicación a los 15 días después de la siembra y segunda aplicación a los 35 días después de la siembra.
- **Levoamin:** Aplicación cada 10 días durante el ciclo del cultivo.

Las dosis de aplicación seguirán las recomendaciones del fabricante y se ajustarán según las condiciones del cultivo.

### 3.5. Variables evaluadas

Para determinar el impacto de los aminoácidos comerciales en la producción del maíz híbrido "Trueno", se medirán las siguientes variables agronómicas:

- **Altura de planta (m):** Se tomo la medida con una regla desde la base hasta el ápice de la hoja bandera en la etapa de floración.
- **Número de hojas por planta:** Conteo de hojas completamente desarrolladas.
- **Diámetro del tallo (cm):** Medido a la altura intermedia del primer entrenudo con el pie de rey.
- **Número de mazorcas por planta:** Promedio de mazorcas producidas por cada planta en la parcela.
- **Longitud de mazorca (cm):** Medida desde la base hasta el ápice de la mazorca.
- **Rendimiento por hectárea (T/ha):** Cálculo basado en la producción total de cada tratamiento.
- **Masa mazorca (g):** Cálculo basado en el peso en g de cada mazorca.
- **# hileras por mazorca:** Cantidad de hileras por mazorca
- **Diámetro mazorca (cm):** Medida del diámetro de la mazorca con el pie de rey.
- **Granos por hilera:** Total granos maíz por hilera

### 3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico SPSS. En caso de obtener diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se aplicará la prueba de Tukey para la comparación de medias entre tratamientos.

### 3.7. Análisis de variancia

Tabla 1. Esquema de análisis de variancia.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos		4			
Error		195			
Total					

### 3.8. Prueba de comparación de promedios

Los promedios que se obtuvieron a través de los diferentes tratamientos evaluados, serán comparados con sus pares correspondiente dentro del mismo factor mediante la

prueba de Tukey con un nivel de significancia del 95 %, mientras que la interacción de estos grupos estará establecida dentro del sistema gráfico de las medias.

### 3.9. Consideraciones éticas y ambientales

Se garantizará el uso responsable de insumos agrícolas para minimizar impactos ambientales. Además, se promoverá el uso sostenible de los aminoácidos comerciales con el fin de mejorar la productividad sin afectar la biodiversidad del ecosistema local.

### 3.10. Cronograma de actividades

El estudio se desarrollará en un periodo de seis meses, siguiendo el siguiente cronograma:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Preparación del terreno y siembra	X					
Aplicación de tratamientos		X	X	X		
Monitoreo y toma de datos		X	X	X	X	
Análisis de datos y redacción				X	X	X
Presentación de resultados						X

Este cronograma permitirá asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

### 3.11. Manejo agronómico del experimento

Figura 2. Preparación del terreno y siembra





El área seleccionada se en la vía La Primavera, en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, Ecuador.

**Figura 3. Aplicación de tratamientos**



Se procedió aplicar las dosis correspondientes a cada uno de los tratamientos en el diseño de estudio experimental.

**Figura 4. Monitoreo y toma de datos**



Se realizo el monitoreo y toma de datos de cada uno de los tratamientos de estudio para su posterior análisis e interpretación.

**Figura 5. Análisis de datos y redacción**



Una vez concluido el proceso productivo, se procedió con el análisis de los datos y su posterior redacción de los resultados obtenidos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Altura de la planta

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable "altura de planta" en la tabla 2 muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se obtuvo un valor de F de 1.08 y una significancia (p) de 0.4022, que es mayor que el Alpha predefinido de 0.05. Esto indica que se acepta la hipótesis nula ya que ninguna de las alturas marcó diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 2. ANOVA variable altura de planta**

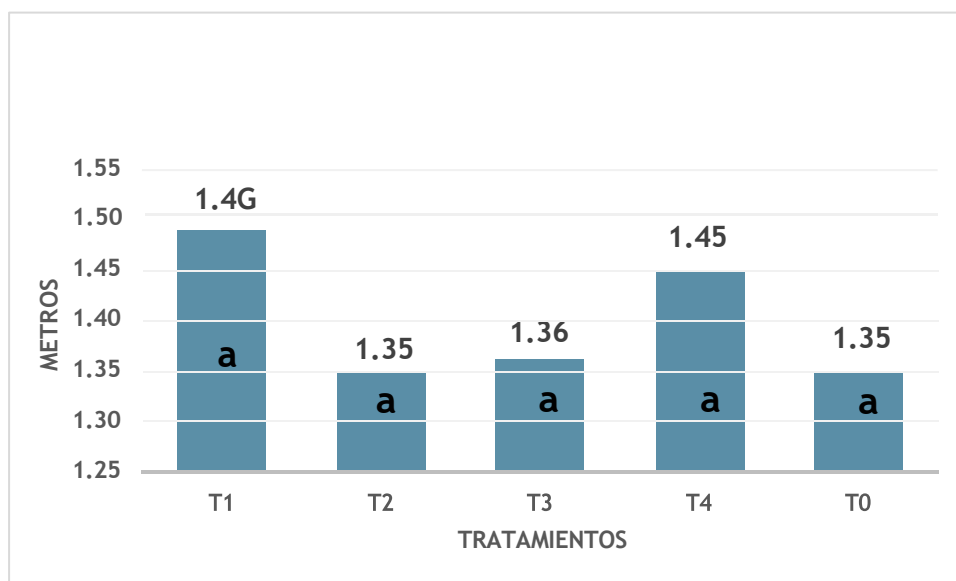
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>Tratamientos</b>	0.069568	4	0.017392	1.08	0.4022
<b>Error</b>	0.242081	15	0.0161387		
<b>Total</b>	0.311649	19			

Estos resultados revelan que la aplicación de QUANTIS y LEVOAMIN tiene un efecto positivo en la altura de las plantas. En investigaciones previas se ha reportado que la aplicación de aminoácidos foliares incrementa la producción de biomasa y granos de maíz, así como mejorar la extracción y remoción de nutrientes esenciales, de esta manera los aminoácidos actúan como bioestimulantes, promoviendo el crecimiento vegetal y mejorando la tolerancia al estrés abiótico (Intagri, 2021).

En investigaciones similares se encontró que la aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos mejoró significativamente el crecimiento de las plantas y su rendimiento en cultivos de maíz, en vista que estos han demostrado mejorar la absorción de nutrientes de las plantas y aumentar su eficiencia fotosintética (Colla et al., 2017).

De esta manera, la aplicación de ciertos aminoácidos comerciales, como QUANTIS y LEVOAMIN, si promueven un incremento en la altura de las plantas de maíz, lo cual se vio reflejado en los beneficios agronómicos que presentaron las plantas. Sin embargo, es fundamental considerar que las características de cada producto y las condiciones particulares del cultivo para obtener mejores resultados.

**Gráfico 1. Comparación de media entre tratamiento variable altura de planta (m)**



#### 4.2. Número de hojas por planta

El análisis de varianza (ANOVA) en la tabla 3, para la variable número de hojas por planta, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos en relación ( $F = 11.216$ ,  $p < 0.001$ ). Por lo tanto, esto significa que la aplicación de diferentes aminoácidos impactó significativamente en el desarrollo foliar del cultivo de maíz. La suma de cuadrados entre tratamientos (32.470) refleja que una parte importante de la variabilidad en los datos se debe a los tratamientos, mientras que la variabilidad dentro de los grupos (141.125) se debe a variaciones propias del crecimiento de las plantas y otros factores ambientales.

**Tabla 3. ANOVA variable número hojas por planta**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	32.470	4	8.117	11.216	0.000
<b>Error</b>	141.125	195	0.724		
<b>Total</b>	173.595	199			

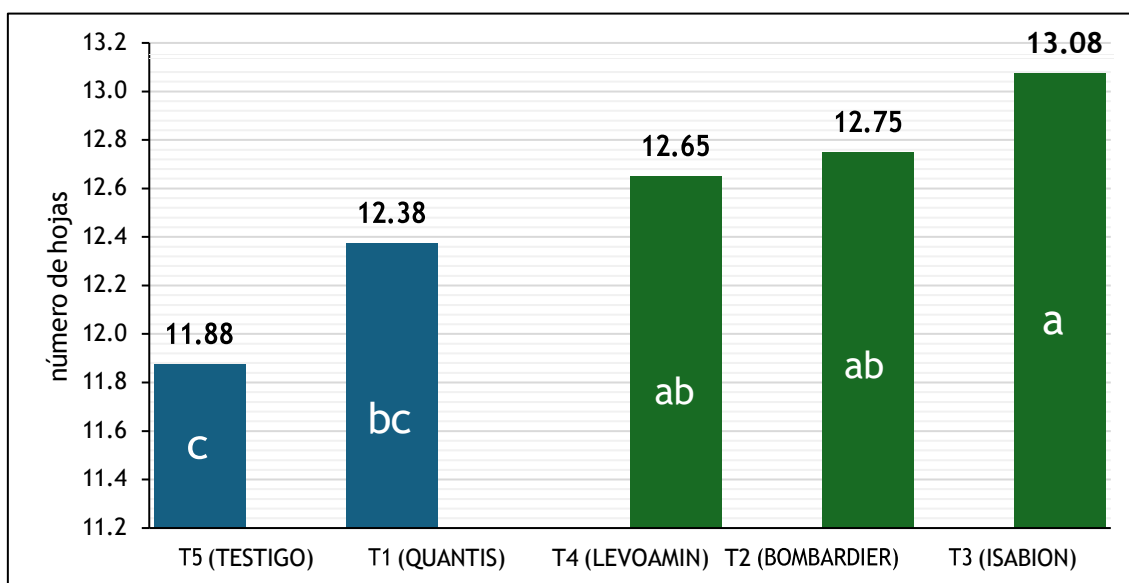
La prueba de Tukey (Gráfico 2) agrupa los tratamientos en tres subconjuntos homogéneos, en donde el tratamiento con Isabion (T3) demostró el mayor número de hojas por planta (13.075), seguido por Bombardier (T2) con 12.75 y Levoamin (T4) con 12.65. Por otro lado, Quantis (T1) tuvo 12.375, mientras que el testigo (T5) presentó el

menor valor con 11.875. Las diferencias entre los tratamientos de aminoácidos no son tan marcadas entre sí, pero sí muestran una ventaja significativa respecto al testigo.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con investigaciones previas sobre el efecto de los aminoácidos en el crecimiento del maíz. La aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos incrementó la biomasa foliar en un 12 % en comparación con los tratamientos sin aplicación. De manera similar, se observó que el uso de aminoácidos comerciales mejoró el desarrollo foliar del maíz en un rango del 8 % al 15 % (Barreto y Pinos, 2023).

El número de hojas por planta es un indicador clave del crecimiento vegetativo, ya que está directamente relacionado con la eficiencia fotosintética del cultivo (Rodríguez et al., 2019). En este contexto, los tratamientos con Isabion (T3) y Bombardier (T2) demostraron una mayor estimulación en el desarrollo foliar, lo cual es un indicador de mayor rendimiento del cultivo, además que no presentaron diferencias estadísticas al estar dentro del mismo grupo c.

**Gráfico 2. Comparación de media entre tratamiento variable número de hojas**



#### **4.3. Diámetro del tallo (cm)**

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable diámetro del tallo de las plantas de maíz reveló diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ( $F = 15.577$ ,  $p < 0.001$ ), en vista que el p valor obtenido fue menor que el Alpha predefinido 0.05. Por lo tanto, la aplicación de diferentes aminoácidos si tuvo un impacto en el

diámetro del tallo de la planta, de esta manera, para identificar que tratamientos presentan diferencias entre sí, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

**Tabla 4. ANOVA variable diámetro del tallo (cm)**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tratamientos</b>	2.807	4	0.702	15.577	0.000
<b>Error</b>	8.785	195	0.045		
<b>Total</b>	11.592	199			

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% identificó al tratamiento T3 (ISABION) con el mayor diámetro promedio del tallo (2.25 cm), seguido por T1 (QUANTIS) y T4 (LEVOAMIN) con diámetros de 2.1350 cm y 2.1325 cm, respectivamente. Los tratamientos T5 (Testigo) y T2 (BOMBARDIER) presentaron los menores diámetros, con valores de 1.9980 cm y 1.9100 cm.

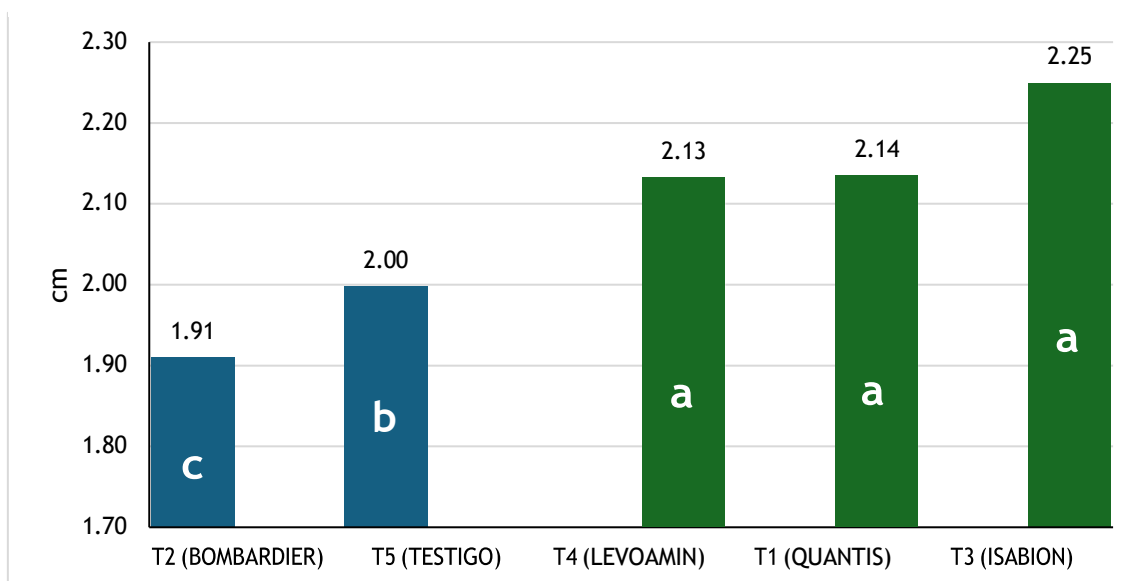
Estos resultados demuestran que el uso de bioestimulantes influye significativamente en el desarrollo estructural del tallo del maíz, lo cual coincide con hallazgos previos en otros cultivos. Investigaciones han reportado que la aplicación de bioestimulantes como aminoácidos y extractos de algas incrementa el diámetro del tallo en cultivos de maíz (*Phaseolus vulgaris* L.), mejorando su resistencia a factores abióticos (Bioeco, 2020).

El incremento en el diámetro del tallo se asocia con una mayor estabilidad estructural de la planta y una mejor eficiencia en el transporte de nutrientes y agua, lo que puede resultar en un mayor rendimiento final del cultivo. No obstante, es importante considerar que la efectividad de los bioestimulantes puede depender de factores como el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la concentración del producto aplicado (Barreto y Pinos, 2023).

Dado lo anterior, los resultados obtenidos en este estudio respaldan la viabilidad del uso de bioestimulantes para mejorar el crecimiento del maíz. Sin embargo, es necesario realizar más estudios en diferentes condiciones agroclimáticas para validar estos efectos en diversas variedades del cultivo.



**Gráfico 3. Comparación de media entre tratamiento variable diámetro del tallo (cm)**



El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el número de mazorcas por planta en la tabla 4, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $F = 0.095$ ,  $p = 0.984$ ). Esto significa que los bioestimulantes utilizados en los tratamientos para esta variable analizada, no presentaron un efecto en la producción de mazorcas por planta.

**Tabla 5. ANOVA variable número mazorcas por planta**

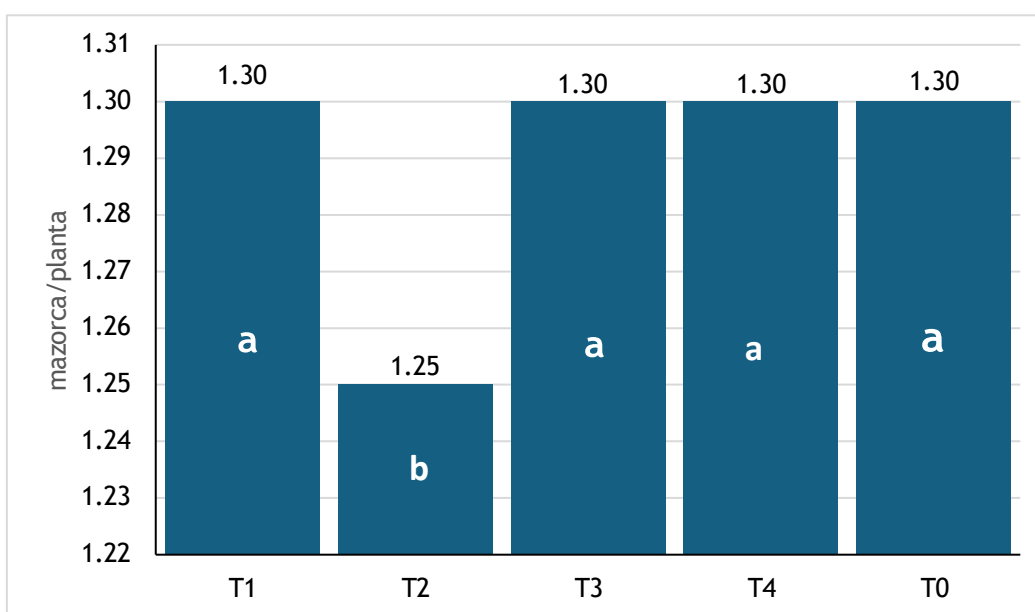
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	0.080	4	0.020	0.095	0.984
<b>Error</b>	41.100	195	0.211		
<b>Total</b>	41.180	199			

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% indica que todos los tratamientos presentan valores similares, con medias que oscilan entre 1.25 y 1.30 mazorcas por planta, lo que demuestra una homogeneidad en la respuesta del cultivo, ya que estas medias son estadísticamente similares.

Estos resultados coinciden con estudios en los que se ha observado que, aunque los bioestimulantes influyen en algunos parámetros del crecimiento de los cultivos, su impacto en la producción no siempre es significativo. Por ejemplo, en un estudio realizado en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi, se evaluó la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, y no se encontraron diferencias significativas en el número de hileras por mazorca entre los tratamientos (Suarez, 2013).

El número de mazorcas por planta está fuertemente determinado por factores genéticos y ambientales, como la disponibilidad de agua y nutrientes en momentos clave del desarrollo del cultivo. En este sentido, el resultado obtenido puede deberse a que las condiciones del suelo y el manejo agronómico fueron adecuadas para el desarrollo del maíz, sin que los bioestimulantes lograran generar un efecto adicional significativo. Esto concuerda con lo señalado por Piatí et al. (2023), quienes afirman que el rendimiento del maíz se ve más afectado por factores como la densidad de siembra y la disponibilidad hídrica que por la aplicación de bioestimulantes.

**Gráfico 4. Comparación de media entre tratamiento variable número mazorcas por planta**



#### 4.5. Masa de mazorca (g)

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el peso de la mazorca (g) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $F = 0.330$ ,  $p = 0.857$ ). Esto indica que al igual que la variable número de mazorcas por planta, los bioestimulantes aplicados no tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el peso de la mazorca del estudio.

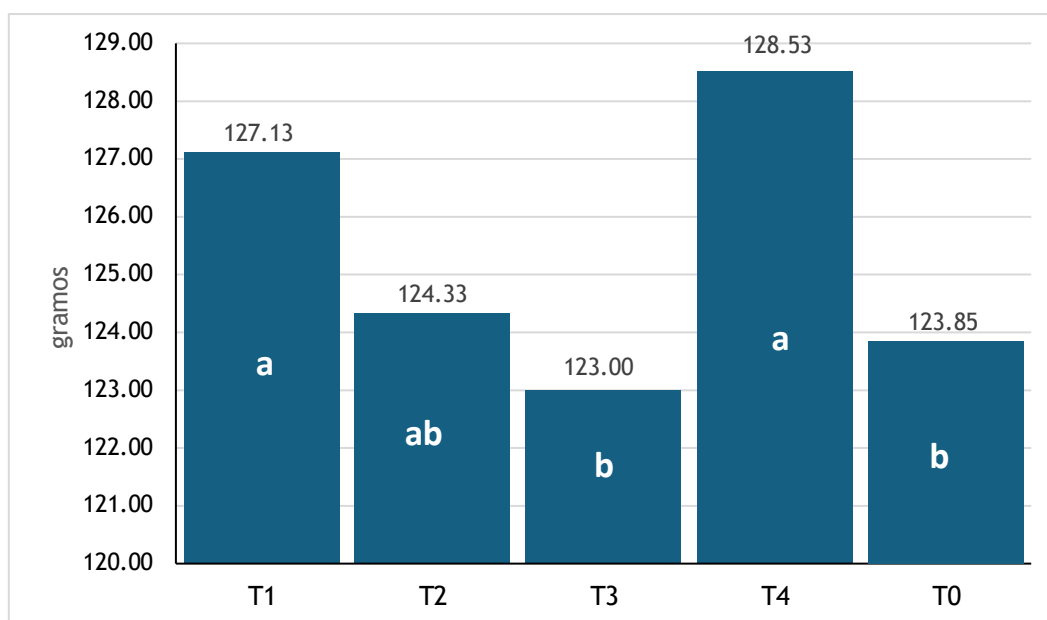


**Tabla 6. ANOVA variable masa mazorca (g)**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	882.130	4	220.533	0.330	0.857
Error	130138.225	195	667.376		
Total	131020.355	199			

La prueba HSD de Tukey reveló que los tratamientos presentaron pesos promedio similares de las mazorcas de maíz, oscilando entre 123 g y 128.5 g. Estos resultados coinciden con estudios que han evaluado el impacto de bioestimulantes en el cultivo de maíz.

**Gráfico 5. Comparación de media entre tratamiento variable masa mazorca (g)**



Como, por ejemplo, en la investigación realizada en Pimocha, una ciudad de Ecuador que pertenece a la ciudad de Babahoyo, se evaluó el efecto de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas en el maíz y encontró que, aunque hubo mejoras en características agronómicas como la altura de la planta y el número de granos por mazorca, en la masa de las mazorcas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Icaza, 2019).

#### **4.6. Número hileras por mazorca**

El análisis de los resultados demuestra que los tratamientos con aminoácidos comerciales afectan significativamente la producción de maíz (Tabla 6). El ANOVA indicó diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.004$ ), lo que está en línea

con estudios que muestran cómo los aminoácidos pueden mejorar el rendimiento de los cultivos al influir en la fotosíntesis y el desarrollo de frutos (Ali, Athar, y Haider, 2019).

El valor de F (3.95) en el ANOVA confirma que los tratamientos tienen un efecto relevante, ya que la variabilidad entre grupos es considerablemente mayor que dentro de los grupos. Con  $p < 0,05$ , de esta manera se concluye que existen diferencias entre los tratamientos, lo que justifica el uso de la prueba de Tukey (Vera et al., 2024).

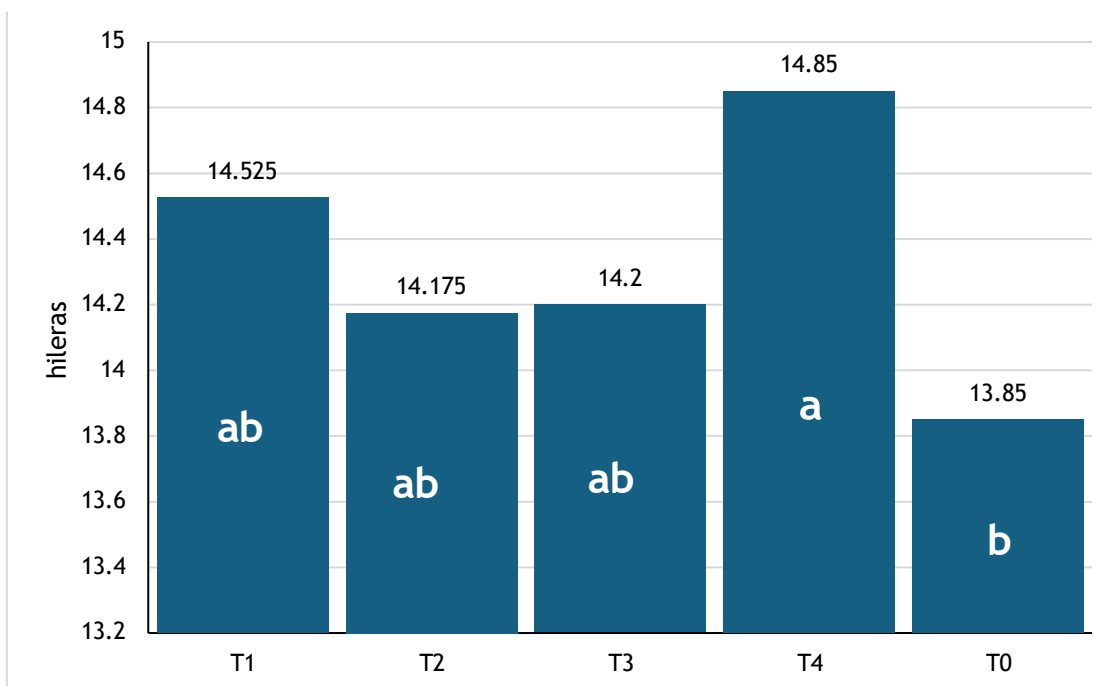
**Tabla 7. ANOVA variable # hileras por mazorca**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tratamientos</b>	41.770	4	10.443	3.958	0.004
<b>Error</b>	514.425	195	2.638		
<b>Total</b>	556.195	199			

La prueba de Tukey identificó que LEVOAMIN (T4) es el tratamiento con mejor rendimiento, siendo significativamente superior a los demás. Los tratamientos (TESTIGO, BOMBARDIER, ISABION, QUANTIS) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, lo cual quiere decir que su efecto fue similar en el número de hileras/mazorca de cada planta. Este resultado resalta la efectividad de LEVOAMIN en mejorar el rendimiento del maíz, probablemente por su influencia en la eficiencia fotosintética y el aprovechamiento de nutrientes (Corella, Littig, & Gálvez, 2024)

En base a estos resultados, se afirma que el uso de aminoácidos comerciales, especialmente LEVOAMIN (T4), puede tener un impacto positivo en la producción de maíz híbrido, y por lo tanto esta información es útil para sugerir a los productores utilizar este aminoácido para mejorar la productividad de sus cultivos.

**Gráfico 6. Comparación de media entre tratamiento variable # hileras por mazorca**



#### 4.7. Granos por hilera

El análisis de ANOVA en la tabla 8, para la variable granos/hilera muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.000$ ). Por lo tanto, esto significa que los aminoácidos comerciales aplicados si tienen un impacto importante en la cantidad de granos por hilera. Este resultado coincide con investigaciones que también demuestran que el uso de aminoácidos comerciales mejora el rendimiento de los cultivos.

**Tabla 8. ANOVA variable granos por hilera**

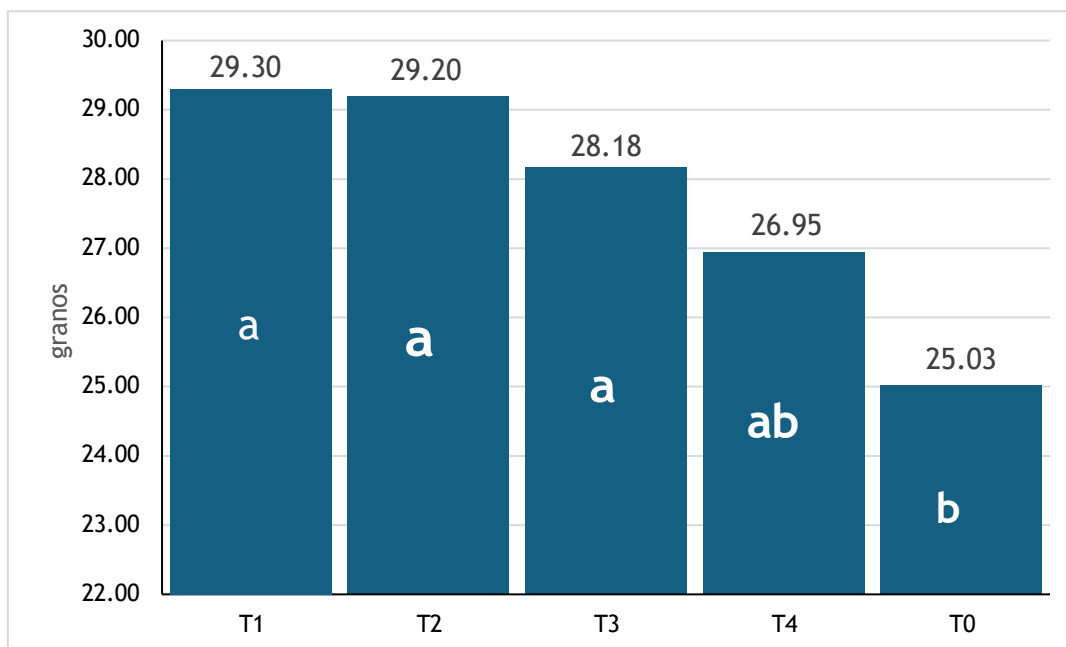
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	509.970	4	127.493	7.203	0.000
<b>Error</b>	3451.450	195	17.700		
<b>Total</b>	3961.420	199			

La prueba de Tukey reveló que el tratamiento testigo (T5) presento la media más baja (25.0250) en comparación con los tratamientos LEVOAMIN (T4), ISABION (T3), BOMBARDIER (T2) y QUANTIS (T1), que no presentaron diferencias significativas entre sí, ya que se encuentran dentro del mismo grupo b.

El tratamiento QUANTIS (T1), con la media más alta de 29.30, seguido de BOMBARDIER (T2) y ISABION (T3), fueron los más efectivos en la mejora de la

producción de granos por hilera, coincidiendo con estudios que indican que ciertos aminoácidos mejoran la eficiencia en la formación de granos y en la producción total (Mojica et al., 2020).

**Gráfico 7. Comparación de media entre tratamiento variable granos por hilera**



#### 4.8. Longitud de mazorca (cm)

El análisis de ANOVA para la variable longitud de mazorca (cm) mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.001$ ), lo que demuestra que los aminoácidos comerciales influyen en la longitud de la mazorca de maíz. En vista que la variabilidad entre los tratamientos observada es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos. Por lo tanto, esto confirma que los tratamientos tienen un efecto notable sobre la variable medida.

**Tabla 9. ANOVA variable longitud de mazorca**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	40.070	4	10.017	4.580	0.001
<b>Error</b>	426.525	195	2.187		
<b>Total</b>	466.595	199			

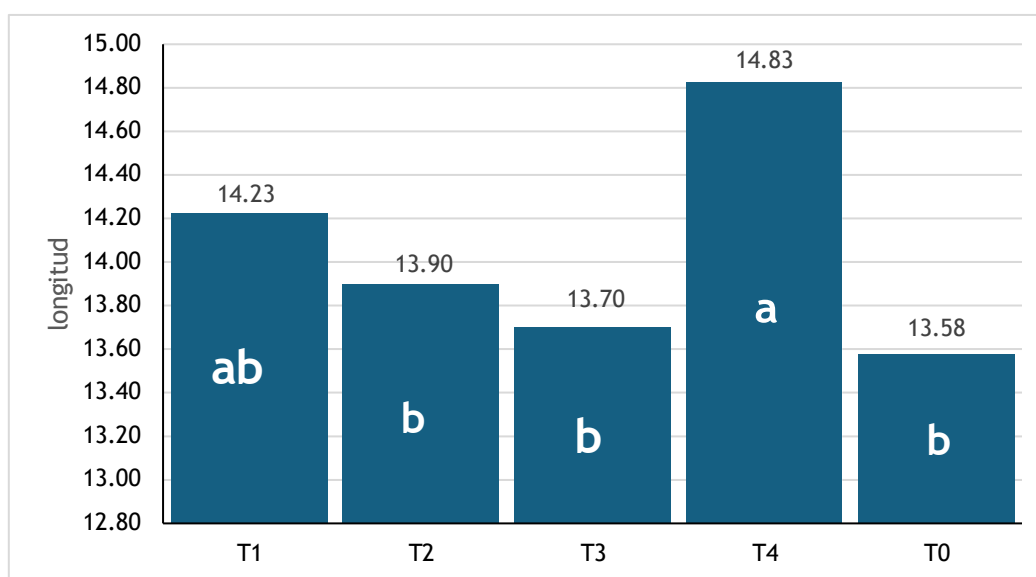
La prueba de Tukey reveló que el tratamiento Testigo (T5) presento la menor media (13.5750 cm), mientras que los tratamientos ISABION (T3), BOMBARDIER (T2) y

QUANTIS (T1) no presentaron diferencias significativas entre sí. A su vez, el tratamiento LEVOAMIN (T4) mostró la mayor media (14.8250 cm), lo que indica que este fue el más efectivo en mejorar la longitud de la mazorca.

Estos resultados coinciden con investigaciones que han documentado que el uso de aminoácidos comerciales como LEVOAMIN promueven el desarrollo de la planta, lo que se traduce en una mejora en la longitud de las mazorcas.

El tratamiento LEVOAMIN (T4) mostró la mayor media (14.8250 cm), lo que lo coloca como el tratamiento más eficaz. Este resultado está alineado con estudios que documentan cómo los aminoácidos, al mejorar la nutrición de la planta y su respuesta a factores de estrés, pueden tener efectos beneficiosos sobre la morfología del maíz (Corella, Littig, & Gálvez, 2024).

**Gráfico 8. Comparación de media entre tratamiento variable longitud mazorca**



#### 4.9. Diámetro mazorca (cm)

El análisis de ANOVA realizado sobre el diámetro de la mazorca (cm) no reveló diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.241$ ), lo que sugiere que el uso de aminoácidos comerciales no tiene un efecto notable en esta variable en comparación con el testigo. El valor de F (1.383) también indica que la variabilidad entre los tratamientos es relativamente baja en comparación con la variabilidad dentro de los grupos, lo que refuerza la conclusión de que no hay un efecto claro de los tratamientos en el diámetro de la mazorca.

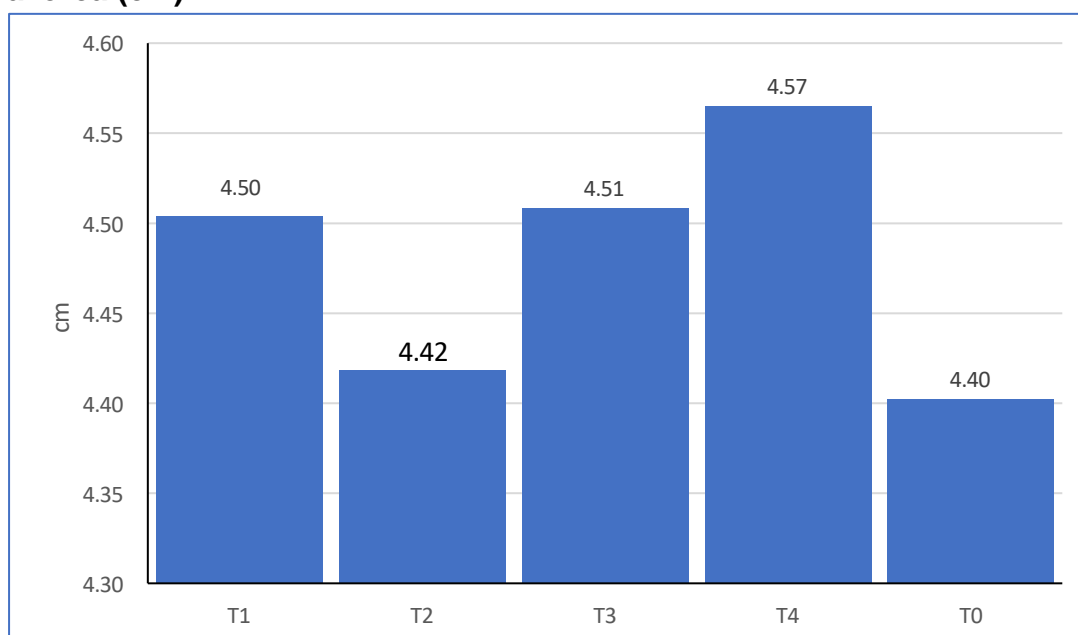
**Tabla 10. ANOVA variable diámetro mazorca (cm)**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0.581	4	0.145	1.383	0.241
Error	20.482	195	0.105		
<b>Total</b>	<b>21.063</b>	<b>199</b>			

Aunque no se encontraron diferencias significativas, algunos estudios indican que el impacto de los aminoácidos puede variar según las condiciones de cultivo, como el tipo de suelo o las condiciones de estrés (Vera et al., 2024). La prueba de Tukey reveló que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con relación al diámetro de la mazorca. Aunque el tratamiento LEVOAMIN (T4) mostró la media más alta (4.5650 cm), seguido por QUANTIS (T1), ISABION (T3), BOMBARDIER (T2) y TESTIGO (T5), las medias de los tratamientos fueron bastante similares y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.167$ ). Esto sugiere que, en términos de diámetro de la mazorca, los aminoácidos no tuvieron un impacto considerable.

A pesar de que los tratamientos LEVOAMIN (T4) y QUANTIS (T1) presentaron los valores más altos en cuanto al diámetro de la mazorca, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, lo que indica que el diámetro de la mazorca no estuvo fuertemente afectado por los aminoácidos utilizados en este estudio.

**Gráfico 9. Comparación de media entre tratamiento variable diámetro mazorca (cm)**



Otros factores, como la genética del maíz o las condiciones ambientales, podrían haber tenido un mayor impacto en esta variable. De hecho, estudios indican que el diámetro de la mazorca es menos sensible a los tratamientos con aminoácidos en comparación con otras variables, como la longitud o la cantidad de granos por hilera (Rodríguez et al., 2019).

#### 4.10. Rendimiento (qq/ha)

El análisis de ANOVA para el rendimiento (qq/ha) de maíz mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.706$ ). Este resultado es similar al de la variable diámetro de mazorca, en ese sentido estadísticamente se demuestra que los aminoácidos comerciales no tuvieron un impacto significativo sobre el rendimiento de maíz en comparación con el testigo.

**Tabla 11. ANOVA variable rendimiento (qq/ha)**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Tratamientos</b>	1849.061	4	462.265	0.540	0.706
<b>Error</b>	166857.727	195	855.681		
<b>Total</b>	168706.789	199			

La prueba de Tukey mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, aunque el tratamiento BOMBARDIER (T2) tuvo el rendimiento más alto (158.81 qq/ha), seguido por LEVOAMIN (T4), ISABION (T3), QUANTIS (T1) y TESTIGO (T0). Las diferencias entre las medias no fueron estadísticamente significativas, lo que indica que, en términos de rendimiento, el efecto de los aminoácidos comerciales es limitado. A pesar de que BOMBARDIER (T2) alcanzó el mayor rendimiento (158.81 qq/ha) y QUANTIS (T1) logró 157.32 qq/ha, las diferencias entre los tratamientos fueron mínimas y no significativas.

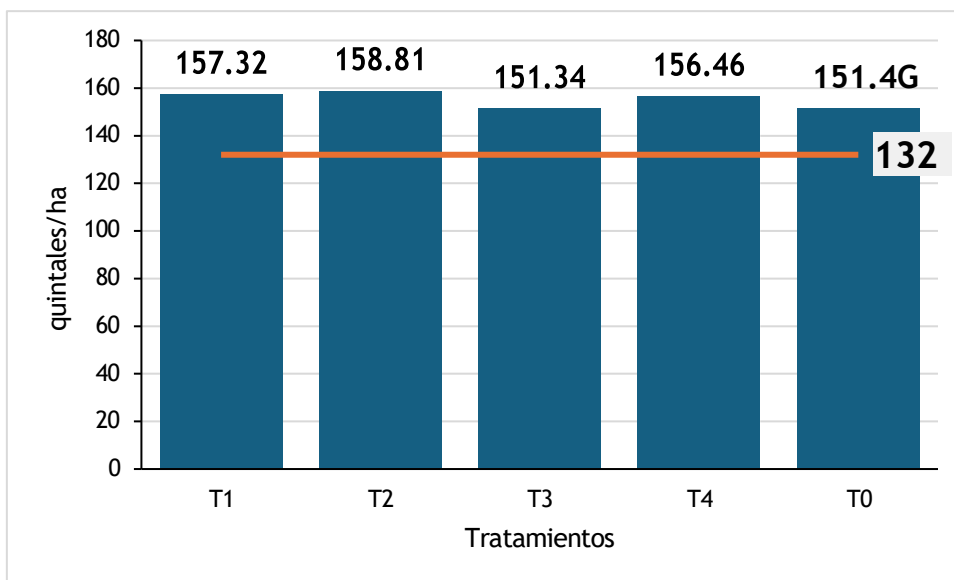
Según la comparación realizada con datos de Agriculture, U.S. (1999), la producción de maíz en Estados Unidos alcanza un promedio de 10 toneladas por hectárea, cifra que supera el rendimiento logrado en nuestra investigación, donde se obtuvo un promedio de más de 7 toneladas por hectárea. Este resultado refleja la importancia de aplicar aminoácidos para mejorar el rendimiento del cultivo. Los altos niveles de producción en

Estados Unidos son el resultado de la adopción de tecnologías avanzadas, la utilización de semillas genéticamente mejoradas y la mecanización integral de las actividades agrícolas.

En nuestra investigación, aunque no se ha alcanzado el rendimiento estadounidense, los avances en la utilización de aminoácidos muestran un potencial significativo para mejorar la productividad del maíz en condiciones locales. Además, la adopción de nuevas tecnologías y el uso de insumos de calidad son fundamentales para cerrar la brecha en los niveles de producción.

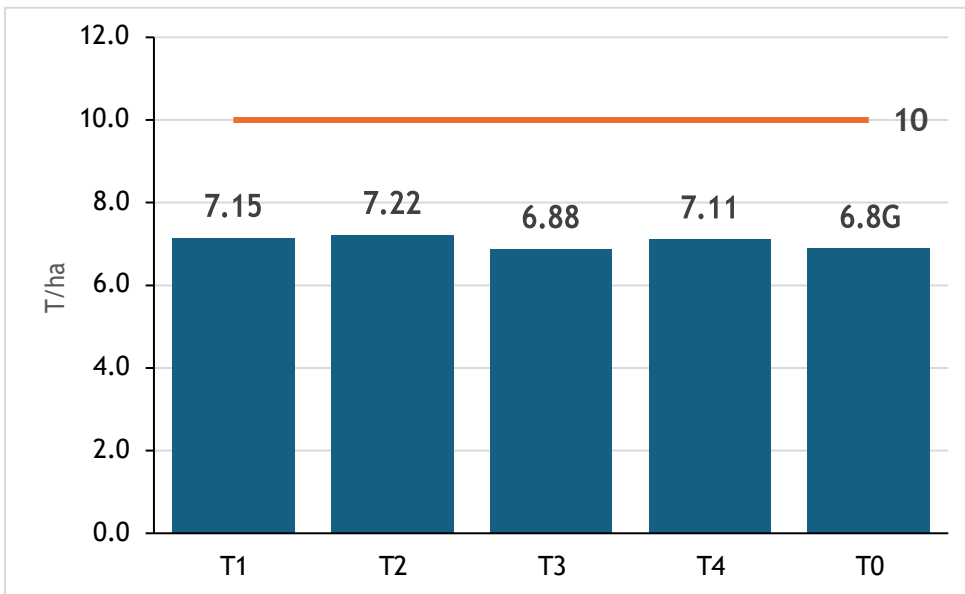
Este patrón sugiere que los aminoácidos comerciales no generaron mejoras notables en el rendimiento del maíz. En cambio, factores como las condiciones ambientales, el manejo agronómico o la genética de la planta podrían haber influido de manera más significativa en el rendimiento (Gutiérrez, González, & Martínez, 2022).

**Gráfico 10. Comparación de rendimiento (qq/ha) de maíz híbrido Trueno al 14% de humedad**





**Gráfico 11 Comparación de rendimiento (t\*ha-1) de maíz híbrido Trueno al 14% de humedad**



## **5. CONCLUSIONES**

El estudio analizó cómo cuatro aminoácidos comerciales influyen en el crecimiento y rendimiento del maíz.

Se encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas, lo que indica estos productos tienen un efecto positivo en el desarrollo del cultivo.

Los tratamientos T1 (QUANTIS) y T2 (BOMBARDIER) presentaron los mejores resultados en el desarrollo vegetativo y productivo en comparación con los demás tratamientos.

## 6. RECOMENDACIONES

Dado que los tratamientos T2 y T4 mostraron los mejores resultados en variables clave como altura de planta, diámetro de tallo, número de granos por mazorca y rendimiento de grano, se recomienda su aplicación en el cultivo de maíz híbrido 'Trueno'. Estos tratamientos contribuyen a mejorar la productividad y eficiencia del cultivo, por lo que se sugiere su uso en futuros ciclos agrícolas.

Es aconsejable realizar ensayos adicionales para determinar la frecuencia y dosis óptima de aplicación de los aminoácidos utilizados en T1 y T2. Esto ayudará a maximizar su efecto positivo en el rendimiento sin incurrir en costos excesivos o riesgos de sobre aplicación, garantizando un uso eficiente y sostenible de estos productos.

Para asegurar la efectividad de estos tratamientos en diferentes entornos, se recomienda llevar a cabo pruebas en diversas zonas agroecológicas y ciclos de cultivo. Esto permitirá evaluar si los beneficios observados son consistentes bajo distintas condiciones climáticas y de suelo, asegurando su aplicabilidad en diferentes escenarios productivos.

Dado el impacto positivo en el rendimiento, se sugiere realizar un análisis de costo-beneficio para determinar la viabilidad económica de la aplicación de estos productos a gran escala. Esto permitirá establecer si la inversión en aminoácidos genera un incremento significativo en la rentabilidad del cultivo, favoreciendo la toma de decisiones en la producción agrícola.

Aunque los tratamientos mejoraron el rendimiento del cultivo, no se observaron diferencias significativas en variables como longitud y diámetro de mazorca. Se recomienda investigar si los aminoácidos pueden influir en otros aspectos de calidad del grano, como contenido de proteínas, almidón y vigor de germinación, lo que permitiría una mejor caracterización del impacto de estos productos.

## REFERENCIAS

- Ali, Athar, y Haider, (2019). El papel de los aminoácidos en la mejora de la tolerancia de las plantas al estrés abiótico. En *tolerancia de las plantas al estrés ambiental*.(págs. 175-20) <https://doi.org/10.120/97802-12>
- Babendreier, D., Koku Agboyi, L., Beseh, P., Osae, M., Nboyine, J., Ofori, S. E. K., Frimpong, J. O., Attuquaye Clotley, V., & Kenis, M. (2020). The Efficacy of Alternative, Environmentally Friendly Plant Protection Measures for Control of Fall Armyworm, *Spodoptera Frugiperda*, in Maize. *Insects*, 11(4), 240. <https://doi.org/10.3390/insects11040240>
- Baum, M. E., Licht, M. A., Huber, I., & Archontoulis, S. V. (2020). Impacts of climate change on the optimum planting date of different maize cultivars in the central US Corn Belt. *European Journal of Agronomy*, 119, 126101. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126101>
- Barreto & Pinos (2021). Evaluación del rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes en el cantón joya de los sachas. *Revista Ciencia Latina*, Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6005>
- Bioeco, (2020). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz*. Recuperado de [https://www.bioecoweb.com/efecto-de-la-aplicacion-de-bioestimulantes-en-el-crecimiento-y-rendimiento-del-cultivo-de-maiz/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bioecoweb.com/efecto-de-la-aplicacion-de-bioestimulantes-en-el-crecimiento-y-rendimiento-del-cultivo-de-maiz/?utm_source=chatgpt.com)
- Cañarte Quimis, L. T., Pincay Morán, J. L., & Moreira Cañarte, C. Y. (2021). Comercialización de maíz. Realidad de las familias del recinto San Vicente del cantón Jipijapa. *Revista Publicando*, 8(Extra 31), 448-457.
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F. E., & Zambrano, J. L. (2020). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, especial*(1). <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/2588/3111?inline=1>
- Colombo, R., Ferron, L., & Papetti, A. (2021). Colored Corn: An Up-Date on Metabolites Extraction, Health Implication, and Potential Use. *Molecules*, 26(1), 199. <https://doi.org/10.3390/molecules26010199>

- Csorba, A. B., Fora, C. G., Bálint, J., Felföldi, T., Szabó, A., Máthé, I., Loxdale, H. D., Kentelky, E., Nyárádi, I.-I., & Balog, A. (2022). Endosymbiotic Bacterial Diversity of Corn Leaf Aphid, *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Hemiptera: Aphididae) Associated with Maize Management Systems. *Microorganisms*, 10(5), 939. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050939>
- Curry, H. A. (2024). Stalking Wild Maize: Taxonomy, Plant Exploration, and the Search for Corn's Origins in South America. *The Journal of Interdisciplinary History*, 54(3), 323-349. [https://doi.org/10.1162/jinh\\_a\\_02001](https://doi.org/10.1162/jinh_a_02001)
- Colla et al., (2017). Biostimulant action of protein hydrolysates: effects on plant growth and mechanisms of action. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2202. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02202>
- Corella, Littig, & Gálvez, (2024). Efectos de los aminoácidos en la producción de cultivos. *Investigaciones Agropecuarias*, 6(2), <https://doi.org/10.482/j.ia.v6n2.a5180>
- Da Silva, F. R., Trujillo, D., Bernardi, O., Verle Rodrigues, J. C., Bailey, W. D., Gilligan, T. M., & Carrillo, D. (2020). Comparative Toxicity of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) to Selected Insecticides. *Insects*, 11(7), 431. <https://doi.org/10.3390/insects11070431>
- Davies, B., Coulter, J. A., & Pagliari, P. H. (2020). Timing and rate of nitrogen fertilization influence maize yield and nitrogen use efficiency. *PLOS ONE*, 15(5), e0233674. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233674>
- Djaman, K., Allen, S., Djaman, D. S., Koudahe, K., Irmak, S., Puppala, N., Darapuneni, M. K., & Angadi, S. V. (2022). Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*, 6, 100417. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100417>
- El-Naggar, M. E., Abdelsalam, N. R., Fouda, M. M. G., Mackled, M. I., Al-Jaddadi, M. A. M., Ali, H. M., Siddiqui, M. H., & Kandil, E. E. (2020). Soil Application of Nano Silica on Maize Yield and Its Insecticidal Activity Against Some

- Stored Insects After the Post-Harvest. *Nanomaterials*, 10(4), 739.  
<https://doi.org/10.3390/nano10040739>
- Gutiérrez, González, & Martínez, (2022). Efecto de aminoácidos foliares en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). *Investigaciones Agropecuarias*, 21 recuperado de: <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.2.173>
- Martínez et al, (2023). Efecto de aminoácidos foliares en la producción y extracción de nutrientes en maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(2), 317-329. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802022000200173&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802022000200173&script=sci_arttext)
- Hancock, J. F. (2022). Dispersal of New World Crops into the Old World. En J. F. Hancock (Ed.), *World Agriculture Before and After 1492: Legacy of the Columbian Exchange* (pp. 111-133). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-15523-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15523-9_9)
- Huang, C., Zhang, W., Wang, H., Gao, Y., Ma, S., Qin, A., Liu, Z., Zhao, B., Ning, D., Zheng, H., & Liu, Z. (2022). Effects of waterlogging at different stages on growth and ear quality of waxy maize. *Agricultural Water Management*, 266, 107603. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107603>
- Isaak, M., Yahya, A., Razif, M., & Mat, N. (2020). Mechanization status based on machinery utilization and workers' workload in sweet corn cultivation in Malaysia. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105208.  
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105208>
- Icaza (2019). *Efecto de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas en el cultivo de maíz*. Recuperado de:  
<https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6127>
- Intagri. (2021). Función de los aminoácidos como bioestimulantes. *Intagri S.C.*  
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funcion-de-los-aminoacidos-como-bioestimulantes>
- Kaçar, G., Butrón, A., Kontogiannatos, D., Han, P., Peñaflor, M. F. G. V., Farinós, G. P., Huang, F., Hutchison, W. D., de Souza, B. H. S., Malvar, R. A., Kourti, A., Ramirez-Romero, R., Smith, J. L., Koca, A. S., Pineda,

- M., & Haddi, K. (2023). Recent trends in management strategies for two major maize borers: *Ostrinia nubilalis* and *Sesamia nonagrioides*. *Journal of Pest Science*, *96*(3), 879-901.
- Klein, H. S., & Vidal Luna, F. (2022). The Impact of the Rise of Modern Maize Production in Brazil and Argentina. *Historia Agraria: Revista de Agricultura e Historia Rural*, *86*, 273-310.
- Krinis, D. I., Kasampalis, D. S., & Siomos, A. S. (2023). Biostimulants as a Means to Alleviate the Transplanting Shock in Lettuce. *Horticulturae*, *9*(9), 968. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9090968>
- Kubina, L., Molnár, Z., Süle, B., Giczi, Z., Nagy, V., & Kalocsai, R. (2024). Effects of Biostimulant and Zinc (Zn) Treatment on Qualitative and Quantitative Indicators of Winter Rape (*Brassica Napus* L.). *Chemical Engineering Transactions*, *114*, 769-774. <https://doi.org/10.3303/CET24114129>
- Morales, F., Ancín, M., Fakhret, D., González-Torralba, J., Gámez, A. L., Seminario, A., Soba, D., Ben Mariem, S., Garriga, M., & Aranjuelo, I. (2020). Photosynthetic Metabolism under Stressful Growth Conditions as a Bases for Crop Breeding and Yield Improvement. *Plants*, *9*(1), 88. <https://doi.org/10.3390/plants9010088>
- Muñoz, G. A. R. (2022). *Función simbólica de la cultura del maíz en el origen e identidad del México multicultural*. Universidad Intercontinental.
- Nada, S., Nikola, T., Bozidar, U., Ilija, D., & Andreja, R. (2022). Prevention and practical strategies to control mycotoxins in the wheat and maize chain. *Food Control*, *136*, 108855. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108855>
- Ottesen, M. A., Larson, R. A., Stubbs, C. J., & Cook, D. D. (2022). A parameterised model of maize stem cross-sectional morphology. *Biosystems Engineering*, *218*, 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.03.010>
- Prasad, P. v. v., Djanaguiraman, M., Stewart, Z. p., & Ciampitti, I. a. (2020). Agroclimatology of Maize, Sorghum, and Pearl Millet. En *Agroclimatology* (pp. 201-241). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr60.2016.0005>

- Piati et al., (2023). Biostimulants in corn cultivation as a means to alleviate the impacts of irregular water regimes induced by climate change. *Plants*, 12(13), 2569. <https://doi.org/10.3390/plants12132569>
- Rodríguez et al., (2019). Crecimiento y rendimiento del maíz en respuesta a biofertilizantes. *Investigaciones Agropecuarias*, 34(3), 89-103. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00875/full>
- Rivas, J. G., Gutierrez, A. V., Defacio, R. A., Schimpf, J., Vicario, A. L., Hopp, H. E., Paniego, N. B., & Lia, V. V. (2022). Morphological and genetic diversity of maize landraces along an altitudinal gradient in the Southern Andes. *PLOS ONE*, 17(12), e0271424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271424>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Sabagh, A. E., Hossain, A., Iqbal, M. A., Barutçular, C., Islam, M. S., Çiğ, F., Erman, M., Sytar, O., Brestic, M., Wasaya, A., Jabeen, T., Bukhari, M. A., Mubeen, M., Athar, H.-R., Azeem, F., Akdeniz, H., Konuşkan, Ö., Kizilgeci, F., Ikram, M., ... Saneoka, H. (2020). Maize Adaptability to Heat Stress under Changing Climate. En *Plant Stress Physiology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92396>
- Sahoo, S., Adhikari, S., Joshi, A., & Singh, N. K. (2021). Use of Wild Progenitor Teosinte in Maize (*Zea mays* subsp. *mays*) Improvement: Present Status and Future Prospects. *Tropical Plant Biology*, 14(2), 156-179. <https://doi.org/10.1007/s12042-021-09288-1>
- Sánchez-Navarro, V., Zornoza, R., Faz, Á., & Fernández, J. A. (2020). A comparative greenhouse gas emissions study of legume and non-legume crops grown using organic and conventional fertilizers. *Scientia Horticulturae*, 260, 108902. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108902>
- Stark, J. C., & Thornton, M. (2020). Field Selection, Crop Rotations, and Soil Management. En J. C. Stark, M. Thornton, & P. Nolte (Eds.), *Potato Production Systems* (pp. 87-100). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39157-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39157-7_5)
- Suarez (2013). Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la



zona de San Gabriel, provincia del Carchi. Recuperado de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/466>

- Tanklevska, N., Petrenko, V., Karnaushenko, A., & Melnykova, K. (Eds.). (2020). World corn market: Analysis, trends and prospects of its deep processing. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 6(3), 96-111. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305555>
- Thidar, M., Gong, D., Mei, X., Gao, L., Li, H., Hao, W., & Gu, F. (2020). Mulching improved soil water, root distribution and yield of maize in the Loess Plateau of Northwest China. *Agricultural Water Management*, 241, 106340. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106340>
- Timsina, J., Dutta, S., Devkota, K. P., Chakraborty, S., Neupane, R. K., Bishta, S., Amgain, L. P., Singh, V. K., Islam, S., & Majumdar, K. (2021). Improved nutrient management in cereals using Nutrient Expert and machine learning tools: Productivity, profitability and nutrient use efficiency. *Agricultural Systems*, 192, 103181. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103181>
- Trovato, M., Funck, D., Forlani, G., Okumoto, S., & Amir, R. (2021). Editorial: Amino Acids in Plants: Regulation and Functions in Development and Stress Defense. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.772810>
- Valentín, F., Nortés, P. A., Domínguez, A., Sánchez, J. M., Intrigliolo, D. S., Alarcón, J. J., & López-Urrea, R. (2020). Comparing evapotranspiration and yield performance of maize under sprinkler, superficial and subsurface drip irrigation in a semi-arid environment. *Irrigation Science*, 38(1), 105-115. <https://doi.org/10.1007/s00271-019-00657-z>
- Vera et al., (2024). Efectividad de la fertilización líquida y bioestimulación en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para consumo en fresco. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 16 (2), e3350. <https://d.org/1/aci.v>
- Agriculture, U. S. (1999). *United States Department of Agriculture*. Obtenido de Natural Resources Conservation Service.: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/ProcedureForRibeyeApproval2003.pdf>

MAGAP. (2021). *Producción agrícola: Maíz en Ecuador. Informe Anual.*

Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/#search>