

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES APLICADOS EN
DIFERENTES MOMENTOS EN EL RENDIMIENTO Y
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Zea mays*
VARIEDAD INIA 603 – CHOCLERO**

Autora : Bach. Marileydi Zuta Puscan

Asesor : Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi sincera gratitud y reconocimiento a aquellos cuya asistencia, sabiduría y orientación han sido pilares fundamentales en la culminación de este trabajo de investigación. Extiendo mi más sincera gratitud al Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz por su experta asesoría y sabio consejo. Asimismo, debo un especial reconocimiento a mis distinguidos jurados: la Dra. Ligia Magali García Rosero, el Dr. Jorge Alberto Condori Apfata y el Dr. Cesar Guevara Hoyos, por su exhaustiva revisión y sus valiosas sugerencias que han enriquecido significativamente este trabajo. Mi agradecimiento se extiende a mis queridos padres, Oscar Zuta Quintana y Rosalinda Puscan Pingus, cuyo amor incondicional y orientación han sido mi guía. Finalmente, honro la memoria y la influencia perdurable de mis venerables abuelos, Israel Puscan Muñoz y Laura Pingus Visalot, quienes son para siempre.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

Decano de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de bioestimulantes aplicadas en diferentes momentos en el rendimiento y comportamiento agronómico de Zea mays variedad INIA 603 - Choclero del egresado Zta Puscan Maileydi de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 27 de noviembre de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Segundo Manuel Olva Cruz
DNI 05374749

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



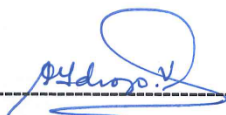
Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

Presidente



Ph. D. Ligia Magali García Rosero

Secretaria



M. Sc. Guillermo Idrogo Vásquez

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

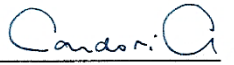
Evaluación de biestimulantes aplicados en diferentes momentos en el rendimiento y comportamiento agronómico de Zea mays Variedad INIA-603 Choclero,
presentada por el estudiante ()/egresado (x) Marileidy Zita Puscan
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica
con correo electrónico institucional 7374908781@untrm.edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 29 de enero del 2024


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE TURNITIN

EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES APLICADOS EN DIFERENTES MOMENTOS EN EL RENDIMIENTO Y COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE Zea mays VARIEDAD INIA 603 – CHOCLERO

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

**Submitted to Universidad Nacional Toribio
Rodríguez de Mendoza de Amazonas**

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.untrm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

nanopdf.com

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.upse.edu.ec

Fuente de Internet

1%

repositorio.unprg.edu.pe:8080

*Condori A.
Jorge Alberto Condori Apfata
DNI 29656276*

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 05 de abril del año 2024 siendo las 16:30 horas, el aspirante: Marileydi Zota Puscan, asesorado por Dr. Manuel Oliva Cruz defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de bioestimulantes aplicados en diferentes momentos en el rendimiento y comportamiento agronómico de Zea mays variedad INTA 603 - chochero, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

Secretario: PhD Lilia Magali García Rosero

Vocal: Ing. Guillermo Idrogo Vázquez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:33 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Firma]
SECRETARIO

[Firma]
PRESIDENTE

[Firma]
VOCAL

OBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	iv
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	v
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	vi
REPORTE TURNITIN	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	17
2.1. Ámbito de estudio	17
2.2. Población, muestra y muestreo	18
2.3. Materiales, equipos e insumos	18
2.4. Variables	19
2.5. Metodología	20
2.6. Manejo del experimento.....	22
2.7. Evaluación de variables.....	23
2.8. Análisis de datos	25
III. RESULTADOS	26
3.1. Determinación del comportamiento agronómico de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos	26
3.2. Rendimiento de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos.....	40
3.3. Análisis costo-beneficio del cultivo de maíz variedad INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos	44
IV. DISCUSION	47
V. CONCLUSIONES	51

VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del análisis de fertilidad.....	17
Tabla 2. Tratamientos del experimento	20
Tabla 3. Detalles del campo experimental	21
Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta	26
Tabla 5. Prueba de significancia de Tukey para altura de planta.....	26
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de inserción con la primera mazorca	28
Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de inserción con la primera mazorca	28
Tabla 8. Análisis de varianza para el diámetro del tallo	29
Tabla 9. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca con brácteas	30
Tabla 10. Prueba de Tukey para el diámetro de la mazorca con brácteas	30
Tabla 11. Análisis de varianza para la longitud de la mazorca con brácteas.....	31
Tabla 12. Prueba de significancia de Tukey para longitud de la mazorca con brácteas	32
Tabla 13. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin brácteas	33
Tabla 14. Prueba de significancia de Tukey para el diámetro de mazorca sin brácteas	33
Tabla 15. Análisis de varianza para la longitud de las mazorcas sin brácteas.....	34
Tabla 16. Prueba de significancia de Tukey para la longitud de mazorcas sin brácteas	35
Tabla 17. Análisis de varianza para la cantidad de hojas	36
Tabla 18. Prueba de significancia de Tukey para la cantidad de hojas.....	36
Tabla 19. Análisis de varianza para el periodo hasta la floración masculina	37
Tabla 20. Prueba de Tukey del periodo hasta la floración masculina	38
Tabla 21. Análisis de varianza para el periodo hasta la floración femenina.....	39
Tabla 22. Prueba de Tukey para el periodo hasta la floración femenina.....	39
Tabla 23. Análisis de varianza para la cantidad de mazorcas.....	40
Tabla 24. Análisis de varianza para el peso de mazorca con brácteas.....	41
Tabla 25. Prueba de significancia de Tukey para el peso de mazorca con brácteas.....	41
Tabla 26. Rendimiento de mazorca con bráctea (t/ha)	42
Tabla 27. Análisis de varianza para el peso de mazorca sin brácteas.....	43
Tabla 28. Prueba de significancia de Tukey para el peso de mazorca sin brácteas.....	43
Tabla 29. Rendimiento de mazorca sin bráctea (t/ha).....	44
Tabla 30 Efectos de la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos sobre el valor agregado del maíz INIA 603 - Choclero.	45
Tabla 31 Efecto de la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos de bioestimulantes sobre el desempeño económico del maíz INIA-603.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	17
Figura 2. Temperatura media y probabilidad de precipitación. Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI (2023).	18
Figura 3. Distribución de las unidades experimentales	22
Figura 4. Diagrama de cajas para la altura de planta	27
Figura 5. Diagrama de cajas para la altura de inserción con la primera mazorca	29
Figura 6. Diagrama de cajas para el diámetro de la mazorca con brácteas.	31
Figura 7. Diagrama de cajas para la longitud de mazorca con brácteas	32
Figura 8. Interacción para el diámetro de mazorcas sin brácteas	34
Figura 9. Diagrama de cajas para la longitud de mazorcas sin brácteas.....	35
Figura 10. Diagrama de cajas para la cantidad de hojas	37
Figura 11. Interacción para el periodo hasta la floración masculina	38
Figura 12. Diagrama de cajas para el periodo hasta la floración femenina.....	40
Figura 13. Interacción para el peso de mazorca con brácteas.....	42

RESUMEN

El maíz choclero (*Zea mays* L.), desempeña un papel esencial en la subsistencia de agricultores en las regiones altoandinas del Perú, incluyendo la región de Amazonas. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de bioestimulantes en diferentes etapas del ciclo de crecimiento del maíz choclero, variedad INIA 603. Para tal efecto, se utilizó un Diseño Completamente al Azar en Bloques (DBCA) con un arreglo bifactorial 4Bx2M, donde "B" representó los tipos de bioestimulantes (ácido húmico, ácido fúlvico, aminoácidos y extractos de algas), y "M" indicó los momentos de aplicación basados en las etapas fenológicas. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), seguido de un procedimiento de comparaciones múltiples de las medias utilizando la prueba de Tukey. Los resultados demostraron que, en general, la aplicación del bioestimulante a base de ácidos húmicos tuvo un impacto positivo en los parámetros agronómicos y el rendimiento del maíz choclero, con cifras que oscilaron entre 9.65 y 14.23 t/ha para mazorcas con brácteas, y de 4.725 a 9.125 t/ha para mazorcas sin brácteas. Además, se observó una alta relación de costo-beneficio en ambos momentos de aplicación, con valores de 3.62 y 3.44 respectivamente, lo que sugiere que la aplicación de ácidos húmicos puede mejorar significativamente el rendimiento y la rentabilidad del maíz choclo en la región de Amazonas y áreas similares.

Palabras clave: bioestimulantes, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, aminoácidos, maíz choclero.

ABSTRACT

Sweetcorn (*Zea mays* L.), plays an essential role in the subsistence of farmers in the high Andean regions of Peru, including the Amazon region. This research aimed to evaluate the impact of applying biostimulants at different stages of the growth cycle of the corn on the cob, specifically the INIA 603 variety. A Completely Randomized Block Design (DBCA) was used with a 4Bx2M bifactorial arrangement, where " B" represented the types of biostimulants (humic acid, fulvic acid, amino acids and algae extracts), and "M" indicated the application times based on the phenological stages. The data obtained were subjected to an analysis of variance (ANOVA), followed by a procedure of multiple comparisons of the means using the Tukey test. The results showed that, in general, the application of the biostimulant based on humic acids had a positive impact on the agronomic parameters and the yield of corn, with figures that ranged between 9.65 and 14.23 t/ha for ears with bracts, and 4,725 to 9,125 t/ha for ears without bracts. Furthermore, a high cost-benefit ratio was observed at both application times, with values of 3.62 and 3.44 respectively, suggesting that the application of humic acids can significantly improve the yield and profitability of corn in the Amazon region. and similar areas.

Key words: Biostimulants, humic acids, fulvic acids, amino acids, choclero maize.

I. INTRODUCCIÓN

La mazorca fresca de maíz, conocida como maíz choclo en Sudamérica, elote en México y Centroamérica, jojoto en Venezuela y maíz dulce en algunos países asiáticos, es un componente esencial en la dieta global. El maíz se utiliza tanto para el consumo directo como en la producción de diversos alimentos, como tortillas, cereales, pastas y espesantes (FAO, 2023). En el ámbito nacional, el maíz choclo desempeña un papel económico significativo, contribuyendo al Valor Bruto de la Producción Agrícola (VBP) y apoyando el desarrollo de la agricultura familiar. Este cultivo prevalece en las regiones andinas de Perú, donde más del 81% de las unidades agropecuarias se dedican a su producción, seguido por un 14% de pequeñas y medianas explotaciones y un 3% de la agricultura a gran escala (MIDAGRI, 2023).

La fenología del maíz se clasifica en dos fases principales: la etapa vegetativa (V_n), que abarca desde la emergencia hasta el espigado, con alrededor de 16 a 22 fases y se caracteriza por el número de hojas completamente expandidas indicado por “n”, y la etapa reproductiva (R_n), que comprende desde el ensilado hasta la madurez fisiológica del grano, también denotada por “n” (Hanway, 1971; Ritchie et al., 1992). Para maximizar el rendimiento del maíz, es crucial optimizar el aporte de nutrientes y asegurar condiciones ambientales óptimas durante cada una de estas fases. Actualmente, la producción de maíz frecuentemente demanda el uso intensivo de fertilizantes nitrogenados para alcanzar rendimientos óptimos (Quandahor et al., 2023). No obstante, la aplicación prolongada e indiscriminada de estos fertilizantes puede deteriorar significativamente la calidad del suelo, manifestándose en la reducción del pH, la pérdida de materia orgánica y un incremento en la salinidad, lo cual, a su vez, repercute negativamente en las características agronómicas y el rendimiento del cultivo (Szulc et al., 2023).

En busca de alternativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, se ha prestado atención a los bioestimulantes. Estos se definen como sustancias que, cuando se aplican a las plantas o al sustrato en formulaciones específicas, pueden modificar los procesos fisiológicos de las plantas y proporcionar beneficios para su crecimiento y desarrollo en diversas condiciones (Rouphael & Colla, 2020). Los bioestimulantes han surgido como una alternativa a los métodos químicos tradicionales utilizados en la agricultura, y la industria de los bioestimulantes experimentó un crecimiento significativo en los últimos años, alcanzando miles de millones de dólares en ingresos con un aumento anual del 10 al 12% en 2022 (EBIC, 2022).

Estudios previos han demostrado que los bioestimulantes pueden mejorar varios aspectos de las plantas, incluida la eficiencia en la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad de los cultivos (Baltazar et al., 2021). Sin embargo, los resultados pueden variar según la dosis, el método y el momento de aplicación, así como la composición específica del bioestimulante (Baltazar et al., 2021). Entre los tipos de bioestimulantes se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos, los hidrolizados de proteínas, los extractos de algas, el quitosano y otros biopolímeros, los compuestos inorgánicos, y los hongos y bacterias beneficiosos, cada uno con sus propias características y efectos (Du Jardin, 2015).

En particular, los ácidos húmicos, derivados de la descomposición de la biota en el suelo, han demostrado mejorar la calidad del suelo y estimular el crecimiento de las plantas (Zanin et al., 2019). Los ácidos fúlvicos, que contienen grupos carboxílicos y compuestos fenólicos, también se han asociado con mejoras en la calidad del grano y el rendimiento del cultivo (Braziene et al., 2021). Los hidrolizados de proteínas, ricos en aminoácidos y péptidos, pueden influir en el metabolismo de las plantas (Rouphael & Colla, 2018). Los extractos de algas, obtenidos de diversas especies, han sido ampliamente estudiados por su capacidad para mejorar el crecimiento, la calidad y el contenido bioactivo de los cultivos, aunque su efectividad puede variar (Gonçalves et al., 2020; Sukla et al., 2021).

En base a los múltiples beneficios que tienen los bioestimulantes en la agricultura, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento del maíz INIA 603 - Choclero bajo la aplicación de diversos bioestimulantes en diferentes estados fenológicos. Con la realización de este trabajo se pretende contribuir al avance de prácticas agrícolas sostenibles que no solo aumenten la producción, sino que también conserven la calidad del suelo y el equilibrio ecológico, mediante el uso de insumos orgánicos amigables con el medio ambiente y económicamente accesibles para los agricultores. Entonces con el fin de lograr estos alcances se planteó los siguientes objetivos específicos: a) determinar el comportamiento agronómico del maíz INIA 603 – choclero tras la aplicación de diversos bioestimulantes en diversos momentos; b) estimar el rendimiento del cultivo bajo las mismas condiciones; y c) analizar la relación costo – beneficio del cultivo de maíz bajo estas condiciones.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo se realizó en el centro poblado Cocha, situado en las coordenadas 6°18'44.3" S; 77°58'03.4" O, con altitud de 2100 m.s.n.m., distrito Colcamar, provincia Luya, región Amazonas.

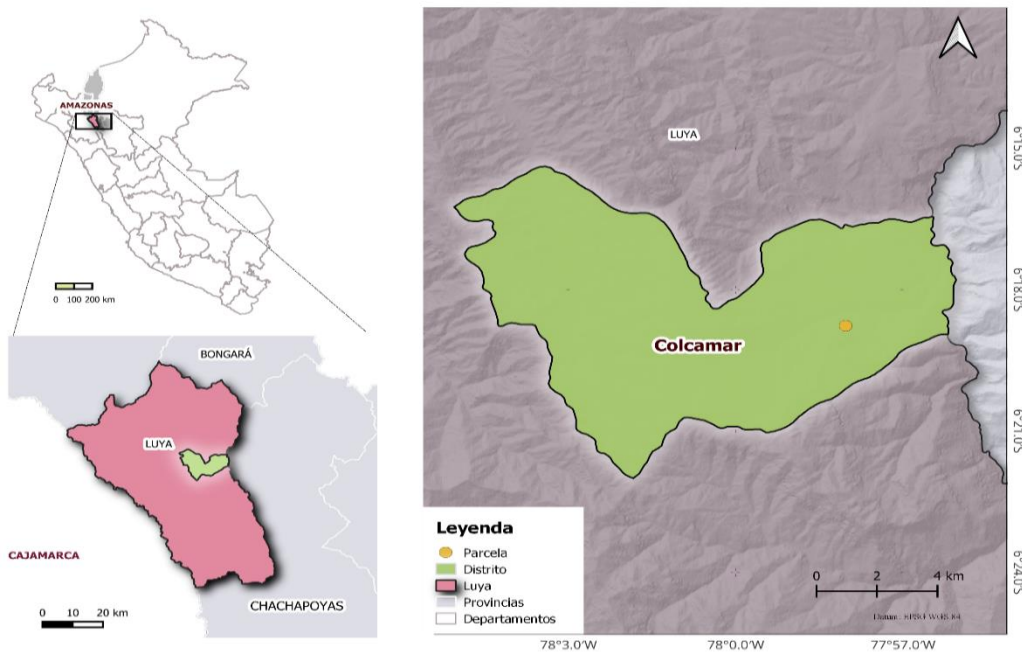


Figura 1. Ubicación del área de estudio

2.1.1. Características edáficas del área de estudio

Para conocer las características del suelo del lugar donde se ejecutó el experimento se realizó un análisis de fertilidad del suelo en el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la UNTRM (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis de fertilidad.

N° de muestra	pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	P	K	C	M.O	N
			ppm			%	
146	8.32	1.01	0.14	97.72	2.65	4.57	0.23

El análisis de fertilidad muestra un pH de 8.32, evidenciando un suelo moderadamente alcalino. La conductividad eléctrica (1,01) codifica al suelo como no salino y adecuada para el cultivo de maíz. El contenido de materia orgánica (4.57%) y carbono (2.65%), indican un suelo rico en materia orgánica.

2.1.2. Condiciones climáticas del ámbito de estudio

La temperatura media y la probabilidad de precipitación mensuales de la provincia de Luya durante la ejecución del experimento se muestran en la siguiente figura.

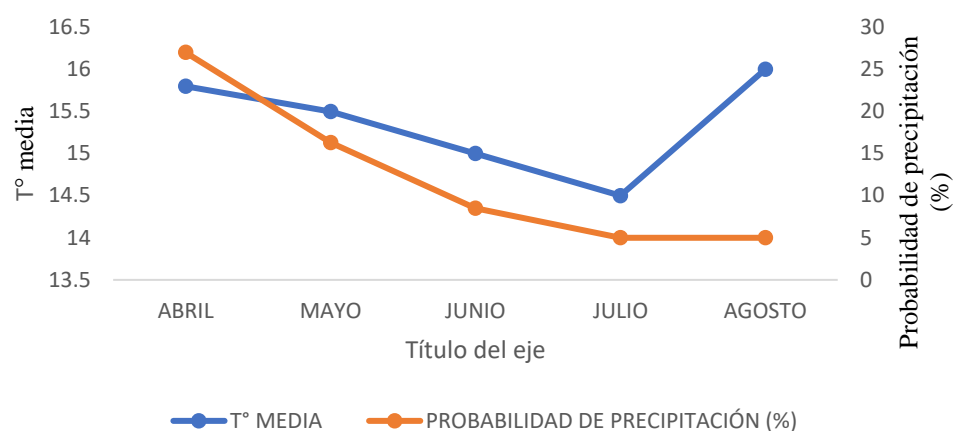


Figura 2. *Temperatura media y probabilidad de precipitación. Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI (2023).*

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población estudiada comprendió de 3840 plantas de maíz variedad INIA 603-Choclero, distribuidas en 32 unidades experimentales de 8 metros por 6 metros, cada una conteniendo 120 plantas.

2.2.2. Muestra y muestreo

Se llevó a cabo la evaluación de diez plantas de maíz en cada unidad experimental, considerando el efecto de borde para incrementar la precisión de la información recabada, en total 320 plantas. En cuanto a la medición de las variables, se empleó un método de muestreo probabilístico de selección aleatoria simple.

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. Material vegetal

Las semillas de maíz INIA 603 – Choclero, usadas en este estudio, fueron adquiridas de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca en Cajamarca, y producidas en la campaña 2022-2023. Conforme a su ficha técnica (Anexo 2), esta variedad está compuesta en un 50% por Blanco Urubamba de Cusco y 50% por Blanco Imperial de Cajamarca. Es una variedad de polinización libre, adecuada para los valles interandinos andinos. Las plantas, de 248 cm

de altura, tienen buena estructura. La floración femenina ocurre a los 110 días, y la cosecha, 170 días post-siembra, produce mazorcas cilindro cónicas con 8-10 hileras de granos grandes y amiláceos.

2.3.2. Bioestimulantes

Los diferentes bioestimulantes (ácido húmico, ácido fúlvico, aminoácidos y extracto de algas) empleados en esta investigación fueron adquiridos de la empresa Ecofertilizing.

2.3.3. Equipos e insumos

En el transcurso de este estudio, se emplearon diversos materiales y herramientas, incluyendo una libreta de campo, productos fitosanitarios, una regla, una balanza, bolsas de plástico, lampa, cinta métrica, cordeles, vernier digital entre otros.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes

- **Bioestimulantes:** ácido húmico, ácido fúlvico, extracto de algas y aminoácidos.
- **Momentos de aplicación:** Etapa vegetativa 4 (V₄) – etapa vegetativa 7 (V₇) y etapa vegetativa 10 (V₁₀) – etapa vegetativa terminal (V_T).

2.4.2. Variables dependientes

- **Comportamiento agronómico**
 - Altura de la planta (cm)
 - Altura de inserción con la primera mazorca (cm)
 - Diámetro del tallo (cm)
 - Diámetro de la mazorca con brácteas (cm)
 - Longitud de la mazorca con brácteas (cm)
 - Diámetro de la mazorca sin brácteas (cm)
 - Longitud de la mazorca sin brácteas (cm)
 - Cantidad de hojas por planta
 - Cantidad de mazorcas por planta
 - Periodo hasta la floración masculina
 - Periodo hasta la floración femenina

- **Rendimiento**
 - Rendimiento de mazorca con brácteas (t/ha)
 - Rendimiento de mazorca sin brácteas (t/ha)
- **Relación costo – beneficio**
 - Costo total de producción (S/.)
 - Rentabilidad bruta total (S/.)
 - Rentabilidad neta (S/.)

2.5. Metodología

2.5.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 4Bx2M. El primer factor, "B", contempló cuatro tipos distintos de bioestimulantes, mientras que el segundo factor, "M", abordó dos diferentes momentos de aplicación. Esto resultó en un total de ocho tratamientos. Cada tratamiento se replicó cuatro veces, dando lugar a un conjunto de 32 unidades experimentales (UE).

Factor A: tipos de bioestimulantes

B1: Ácido húmico (10L/200L)

B2: Ácido fúlvico (10L/200L)

B3: Extracto de algas (1L/200L)

B4: Aminoácidos (1.75L/200L)

Factor M: Momentos de aplicación

M1: Momento 1 [V₄ – V₇]

M2: Momento 2 [V₁₀ – V_T]

Tabla 2. *Tratamientos del experimento*

Tratamiento	Interacciones	Descripción
T1	B1:M1	Ácido húmico + V ₄ – V ₇
T2	B1:M2	Ácido húmico + V ₁₀ – V _T
T3	B2:M1	Ácido fúlvico + V ₄ – V ₇
T4	B2:M2	Ácido fúlvico + V ₁₀ – V _T
T5	B3:M1	Extracto de algas + V ₄ – V ₇
T6	B3:M2	Extracto de algas + V ₁₀ – V _T
T7	B4:M1	Aminoácidos + V ₄ – V ₇
T8	B4:M2	Aminoácidos + V ₁₀ – V _T

2.5.2. Distribución de las parcelas experimentales

La distribución total de las parcelas experimentales en el estudio abarcó una superficie de 1863.75 m². En esta área se dispusieron 4 bloques, cada uno conteniendo 8 unidades experimentales que medían 8 metros de largo por 6 metros de ancho (Figura 3). Además, se mantuvo una separación de 1 metro entre los distintos bloques y una distancia de 0.75 metros entre cada unidad experimental.

Tabla 3. *Detalles del campo experimental*

Campo experimental	
Largo del campo	53.25 m
Ancho del campo	35 m
Superficie total del campo experimental	1863.75 m ²
Bloques	
N° Bloques	4
Largo del bloque	53.25 m
Ancho del bloque	8 m
Espaciamiento entre bloques	1m
Superficie del bloque	426 m ²
Unidades experimentales	
Largo	8
Ancho	6
Área total	48 m ²
Espaciamiento entre UE	0.75 m
Surcos	
Cantidad de surcos por UE	10
Espaciamiento entre surcos	0.8 m
Espaciamiento entre plantas	0.5 m
Cantidad de plantas por UE	120

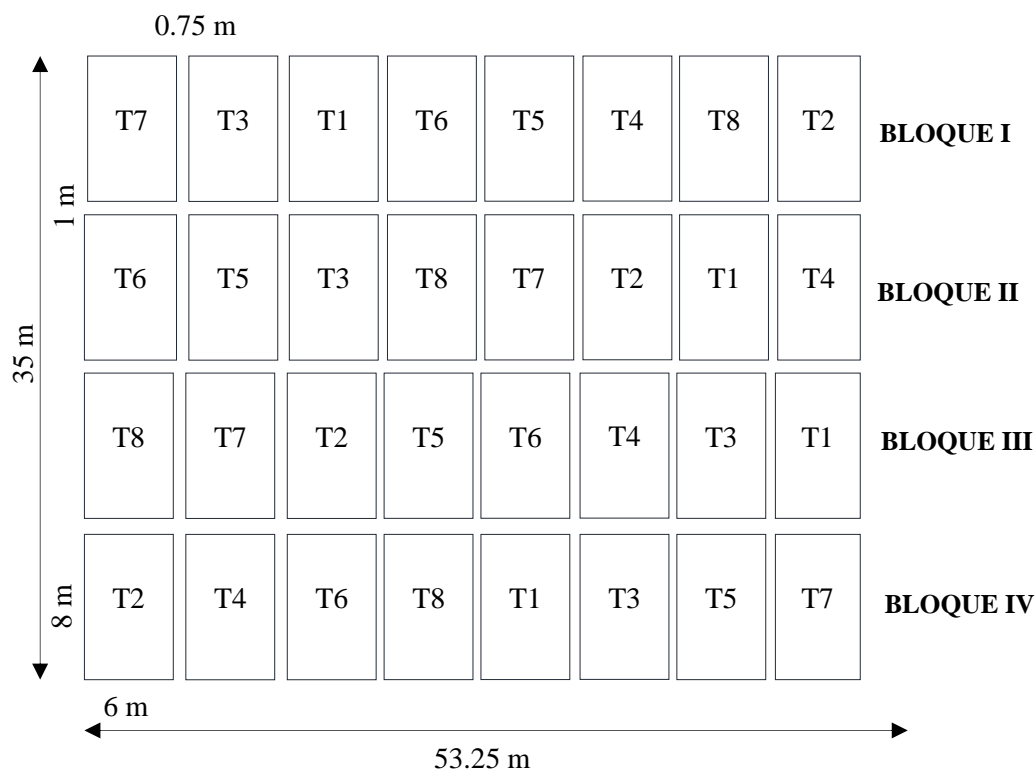


Figura 3. *Distribución de las unidades experimentales*

2.6. Manejo del experimento

2.6.1. Preparación del terreno

Antes de la preparación del terreno, se realizó una delimitación del área, se eliminó las malezas y posterior a ello se ejecutó una labranza primaria con ayuda de tracción animal, luego se realizó una segunda labranza para remover el suelo de manera adecuada también con tracción animal.

2.6.2. Siembra

La siembra se efectuó de manera manual usando 3 semillas por golpe con un distanciamiento de 0.50 m entre plantas y 0.80 m entre surco de acuerdo a la ficha técnica del producto (Anexo 2).

2.6.3. Aplicación de los bioestimulantes

Se empleó 4 tipos de bioestimulantes comerciales y se aplicó en dos momentos con dos aplicaciones por cada momento de acuerdo a los tratamientos establecidos en la Tabla 2. La dosis empleada de cada bioestimulante fue de acuerdo a su ficha técnica (Anexo 3). Se usó 1L de ácido húmico y ácido fúlvico por mochila fumigadora de 20 L; 175 mL de aminoácidos por mochila fumigadora y 300 mL de extracto de alga por mochila fumigadora.

2.6.4. Labores culturales

- **Abonamiento**

Se aplicó 51 g/planta de urea en todas las unidades experimentales cuando se realizó la primera deshierba.

- **Riego**

No se aplicó riego durante el desarrollo del cultivo por lo que el cultivo se produjo bajo las precipitaciones del lugar.

- **Desahije**

Se llevo a cabo luego de 10 días después de la siembra dejando solo 1 planta de maíz por golpe.

- **Control de malezas**

Se realizó con la ayuda de una lampa en dos ocasiones, durante la etapa vegetativa 2 y la etapa vegetativa 4 para evitar la competencia por nutrientes, agua, luz, etc.

- **Control fitosanitario**

Se realizó un monitoreo constante del cultivo con la finalidad de detectar plagas y enfermedades a tiempo. Durante el monitoreo se identificó plagas como *Dichelops furcatus* en etapa vegetativa 3 y durante el llenado de grano se encontró *Spodoptera frugiperda*. Para el control de estas plagas se empleó productos químicos, Lambda-cyhalothrin 105 g/L + Thiamethoxam 141 g/L con nombre comercial Lovera a una concentración de 15 mL por mochila fumigadora de 20 L.

- **Cosecha**

La cosecha se realizó luego de 135 días después de la siembra, cuando los granos se encontraban en estado lechoso.

2.7. Evaluación de variables

2.7.1. Comportamiento agronómico

- **Altura de la planta (cm):** con ayuda de una cinta métrica se midió desde la base de la planta hasta el ápice terminal, luego de 130 días después de la siembra.
- **Altura de inserción con la primera mazorca (cm):** la medida se tomó con una cinta métrica desde la parte basal hasta la base de la primera mazorca, luego de 130 días después de la siembra.

- **Diámetro del tallo (cm):** con la ayuda de un vernier digital se midió el diámetro del tallo, a una distancia de aproximadamente 10 cm desde la parte basal de la planta. Luego de 130 días después de la siembra, cuando todas las plantas alcanzaron su altura máxima.
- **Diámetro de la mazorca con brácteas (cm):** esta medida se realizó después de la cosecha, para ello se colocó la mazorca entre el vernier, se ajustó el instrumento en su punto más ancho de la mazorca y luego se registró los datos.
- **Longitud de la mazorca con brácteas (cm):** se evaluó con la ayuda de un vernier. Se retiraron las brácteas excedentes, se colocó la base de la mazorca en la parte fija del vernier y se deslizó hasta alcanzar el ápice. Tras asegurar la correcta posición, se registró la medida.
- **Diámetro de la mazorca sin brácteas (cm):** se retiró todas las brácteas de la mazorca y se procedió a medir el diámetro con la ayuda de un vernier.
- **Longitud de la mazorca sin brácteas (cm):** se colocó la base de la mazorca de choclo en el vernier, luego se deslizó el vernier hasta el ápice de la mazorca y se registró los datos.
- **Cantidad de hojas por planta:** se realizó un conteo del número total de hojas en cada planta, efectuado a los 130 días posteriores a la fecha de siembra.
- **Periodo hasta la floración masculina:** se anotó en una libreta de campo el período transcurrido desde la siembra hasta el momento en que se observó el 50% de las inflorescencias masculinas en desarrollo.
- **Periodo hasta la floración femenina:** se documentó en una libreta de campo la cantidad de días que pasaron desde la siembra hasta que se manifestó el 50% de las inflorescencias femeninas.
- **Cantidad de mazorcas por planta:** e anotó en una libreta de campo el número total de mazorcas presentes en cada una de las plantas seleccionadas como muestras.

2.7.2. Rendimiento

- **Rendimiento de mazorcas con brácteas (t/ha):** se estableció el peso medio de mazorcas con brácteas por tratamiento, utilizando una balanza para obtener las mediciones en kilogramos. Este peso promedio fue luego convertido a toneladas dividiéndolo entre 1000. Posteriormente, se

multiplicó este valor por la cantidad de plantas por hectárea, considerando el espaciamiento entre surcos de 0.8 metros y entre plantas de 0.5 metros, resultando en un total de 25,000 plantas por hectárea como se muestra en la siguiente ecuación tomada de Islam et al. (2023).

$$Rdt = \frac{\text{Peso medio de mazorca} \times 25000}{1000} \dots (1)$$

- **Rendimiento de mazorca sin brácteas (t/ha):** se retiró las brácteas de las mazorcas y realizo en mismo procedimiento que se siguió para hallar el rendimiento de mazorcas con brácteas.

2.7.3. Análisis de costo-beneficio

El análisis de costo-beneficio se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Rahman et al. (2016), empleando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Rentabilidad bruta total} = \text{N}^\circ \text{ mazorcas comer.} \times \text{Precio de mazorca} \dots (2)$$

$$\text{Costo total} = \text{Costo variable total} + \text{Costo fijo total} \dots (3)$$

$$\text{Rentabilidad neta} = \text{Rentabilidad bruta total} - \text{Costo de producción} \dots (4)$$

$$\text{Relación costo - beneficio} = \frac{\text{Rentabilidad bruta total}}{\text{Costo total}} \dots (5)$$

2.8. Análisis de datos

La evaluación estadística de la información se efectuó usando el programa estadístico R versión 4.1.0. Se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el impacto de los distintos bioestimulantes y sus momentos de aplicación en las variables estudiadas. Para el ANOVA, se verificó la normalidad y homogeneidad de las varianzas de los datos a través del test de Shapiro-Wilk y de Bartlett. Además, se llevó a cabo una prueba de comparación de medias mediante el método de Tukey, con el fin de identificar diferencias significativas entre los tratamientos.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación del comportamiento agronómico de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

3.1.1. Altura de la planta (cm)

El análisis de varianza correspondiente a la variable en cuestión, representado en la Tabla 4, indica diferencias en ambos factores analizados: Bioestimulantes ($F = 6.194$; $p = 0.00305$) y Momentos de aplicación ($F = 65.988$; $p = 3.3e-08$), pero no muestra significancia entre la interacción de ambos factores.

Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	4690	1563	6.194	0.00305	**
M	1	16653	16653	65.988	3.3e-08	***
B:M	3	307	102	0.405	0.75081	s.n.
Error	23	5804	252			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de significancia de Tukey, reflejada en la Tabla 5, señala que el tratamiento T1, interacción B1:M1, exhibe una media de 252.25 cm, la cual destaca por ser superior en relación con los demás tratamientos. Por otro lado, las medias más reducidas se detectan en los tratamientos T6 y T8, con valores de 176 cm y 171.25 cm, respectivamente.

Tabla 5. Prueba de significancia de Tukey para altura de planta

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	252.25	10	a
T3	B2:M1	223.50	10	ab
T7	B4:M1	220.75	10	abc
T5	B3:M1	215.25	10	abc
T2	B1:M2	198.50	10	bcd
T4	B2:M2	183.50	10	cd

T6	B3:M2	176.00	10	d
T8	B4:M2	171.25	10	d

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 4 ilustra que la aplicación de todos los bioestimulantes en el Momento 1 produce resultados más favorables en términos de altura de la planta, en contraste con la aplicación en el Momento 2. Adicionalmente, el diagrama de cajas correspondiente a la interacción B2:M1 muestra una dispersión de datos más amplia respecto a la media en comparación con los otros tratamientos evaluados.

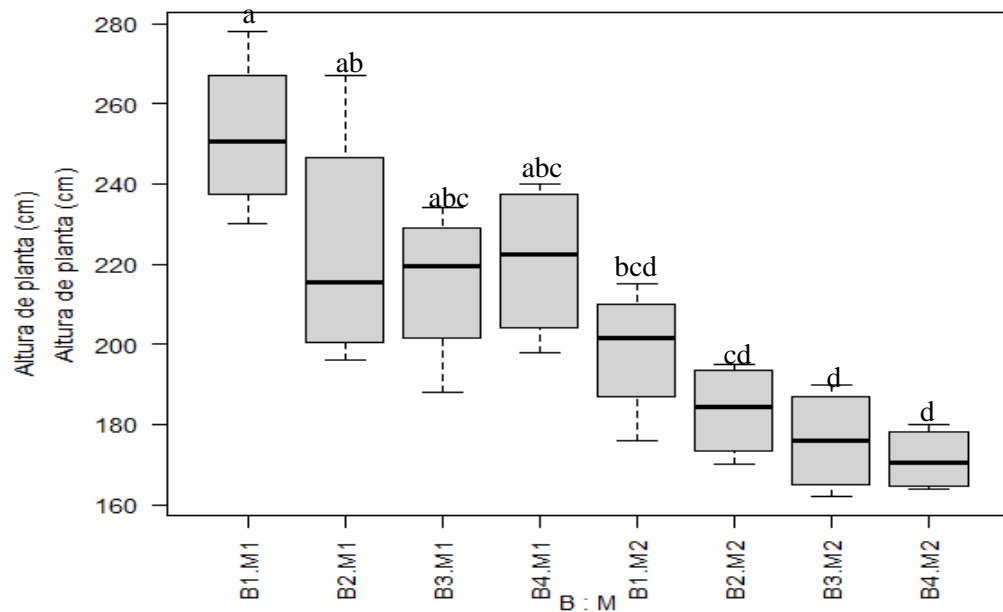


Figura 4. Diagrama de cajas para la altura de planta

3.1.2. Altura de inserción con la primera mazorca (cm)

El análisis de varianza, presentado en la Tabla 6, destaca diferencias significativas en los factores Bioestimulantes ($F = 4.258$; $p = 0.01557$) y Momentos de aplicación ($F = 10.438$; $p = 0.0037$).

Tabla 6. *Análisis de varianza para altura de inserción con la primera mazorca*

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	849.1	283	4.258	0.01557	*
M	1	693.8	693.8	10.438	0.0037	**
B:M	3	48.1	16	0.241	0.8667	s.n.
Error	23	1528.7	66.5			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

Según la prueba de significancia de Tukey en la Tabla 7, el tratamiento T1 (B1:M1) posee una media de 132 cm, siendo la más elevada, seguida de T5 (B3:M1) con 128.75 cm. Los valores más bajos corresponden a T8 y T4, con 112.5 cm y 110 cm respectivamente.

Tabla 7. *Prueba de Tukey para altura de inserción con la primera mazorca*

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	132.00	10	a
T5	B3:M1	128.75	10	ab
T2	B1:M2	123.50	10	ab
T3	B2:M1	122.25	10	ab
T7	B4:M1	118.25	10	ab
T6	B3:M2	118.00	10	ab
T8	B4:M2	112.50	10	b
T4	B2:M2	110.00	10	b

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 5 evidencia que la altura de inserción de la primera mazorca varía según el bioestimulante y el momento de aplicación, y no todos los bioestimulantes aplicados inicialmente resultan en mayores alturas, como se observa en las interacciones B4:M1 y B2:M1.

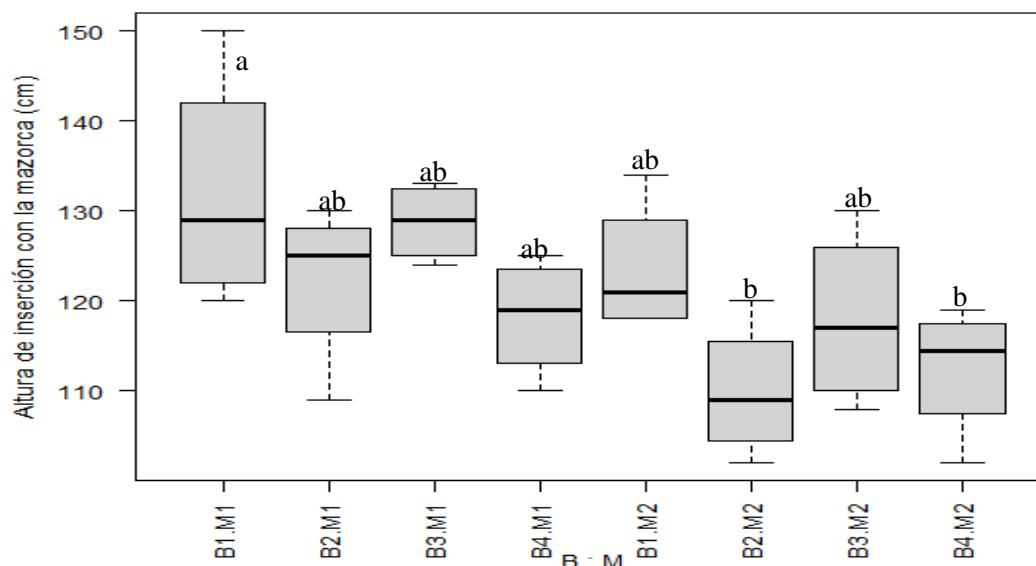


Figura 5. Diagrama de cajas para la altura de inserción con la primera mazorca

3.1.3. Diámetro del tallo (cm)

Conforme al análisis de varianza presentado en la Tabla 8, no se detectan diferencias significativas en los factores ni en la interacción de los mismos.

Tabla 8. Análisis de varianza para el diámetro del tallo

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	4.56	1.5194	0.794	0.51	s.n.
M	1	0.01	0.0053	0.003	0.959	s.n.
B:M	3	2.81	0.9361	0.489	0.693	s.n.
Error	23	44.02	1.9139			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

3.1.4. Diámetro de la mazorca con brácteas (cm)

Según el análisis de varianza en la Tabla 9, existen diferencias significativas solo en el factor bioestimulantes ($F=14.14$; $p=1.95e-05$).

Tabla 9. *Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca con brácteas*

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	11.147	3.716	14.14	1.95e-05	***
M	1	0.151	0.151	0.576	0.4558	s.n.
B:M	3	2.324	0.775	2.948	0.0541	.
Error	23	6.044	0.263			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de Tukey, en la Tabla 10, señala que T1 (interacción B1:M1) tiene un promedio de 8.767 cm de diámetro de mazorca con brácteas, seguido de T2 (B1:M2). Las menores medias corresponden a T8 y T3, con 6.825 y 6.75 cm, respectivamente.

Tabla 10. *Prueba de Tukey para el diámetro de la mazorca con brácteas*

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	Nº plantas	Grupos
T1	B1:M1	8.767	10	a
T2	B1:M2	8.0675	10	ab
T4	B2:M2	7.5	10	bc
T5	B3:M1	7.175	10	bc
T7	B4:M1	7.175	10	bc
T6	B3:M2	6.925	10	bc
T8	B4:M2	6.825	10	c
T3	B2:M1	6.75	10	c

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

La Figura 6 indica que, aunque el momento de aplicación no influye significativamente en el diámetro de la mazorca, el tipo de bioestimulantes sí lo hace, como es el caso de B1 que aplicado en ambos momentos muestra medias elevadas de 8.767 y 8.0675 cm.

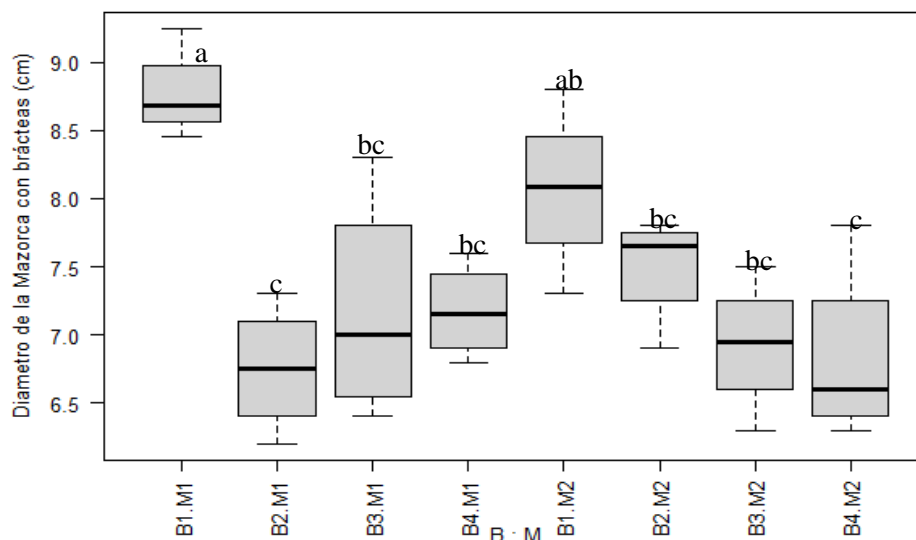


Figura 6. Diagrama de cajas para el diámetro de la mazorca con brácteas.

3.1.5. Longitud de la mazorca con brácteas (cm)

El análisis de varianza en la Tabla 11 revela diferencias significativas únicamente en el factor bioestimulantes ($F=5.719$; $p=0.00447$).

Tabla 11. Análisis de varianza para la longitud de la mazorca con brácteas

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	49.48	16.494	6.353	0.00269	**
M	1	6.43	6.426	2.475	0.12932	s.n.
B:M	3	9.34	3.113	1.199	0.33223	.
Error	23	59.71	2.596			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de Tukey, en la Tabla 12, indica que T1 (interacción B1:M1) ostenta la media más alta en longitud de mazorca con brácteas (34 cm), seguida de T2 (B1:M2) con 31.50 cm. Las menores medias se presentan en las interacciones B3:M2 y B2:M2, ambas con 28.2 cm.

Tabla 12. Prueba de significancia de Tukey para longitud de la mazorca con brácteas

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	32.6	10	a
T2	B1:M2	31.4	10	ab
T3	B2:M1	30.4	10	ab
T8	B4:M2	30.3	10	ab
T7	B4:M1	29.5	10	ab
T5	B3:M1	29.3	10	ab
T6	B3:M2	28.2	10	b
T4	B2:M2	28.2	10	b

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 7 ilustra que, aunque los momentos de aplicación no difieren significativamente, sí se nota una distinción entre los bioestimulantes. Específicamente, el ácido húmico (B1) aplicado en ambos momentos (M1 y M2) muestra una media superior en esta variable frente a los otros bioestimulantes.

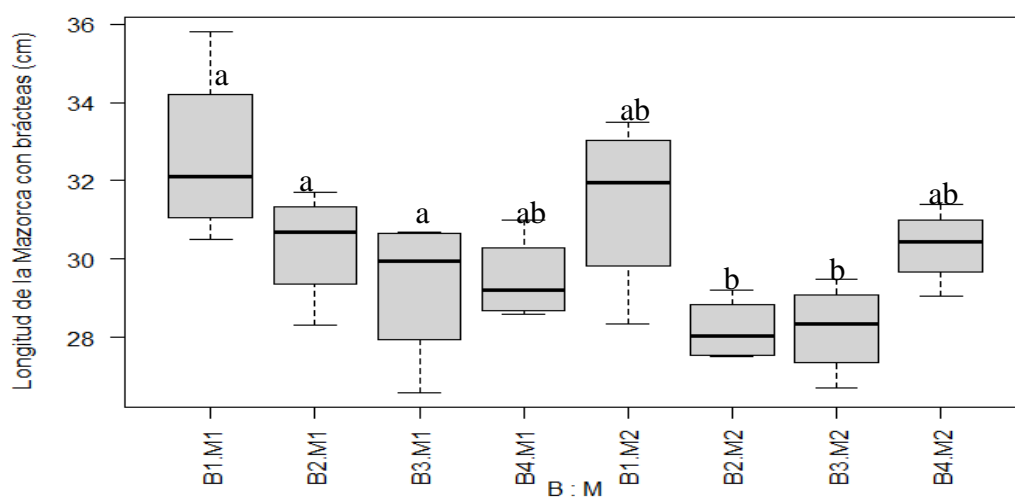


Figura 7. Diagrama de cajas para la longitud de mazorca con brácteas

3.1.6. Diámetro de la mazorca sin brácteas (cm)

De acuerdo con el análisis de varianza presentado en la Tabla 13, se identifican diferencias significativas tanto en los factores como en la interacción de factores.

Tabla 13. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca sin brácteas

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	4.961	1.6536	19.455	1.66e-06	***
M	1	0.578	0.5778	6.798	0.01575	*
B:M	3	1.581	0.5270	6.2	0.003035	**
Error	23	1.955	0.0850			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de Tukey, expuesta en la Tabla 14, indica que las medias de los tratamientos para la variable analizada fluctúan entre 5.3 y 6.75 cm. Específicamente, la interacción B1:M1 (tratamiento T1) muestra la media más alta con 6.75 cm, mientras que la interacción B3:M2 (tratamiento T6) refleja la más baja.

Tabla 14. Prueba de significancia de Tukey para el diámetro de mazorca sin brácteas

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	Nº plantas	Grupos
T1	B1:M1	6.75	10	a
T2	B1:M2	6.475	10	ab
T4	B2:M2	6.25	10	ab
T5	B3:M1	6.025	10	bc
T7	B4:M1	5.9	10	bcd
T3	B2:M1	5.8	10	bcd
T8	B4:M2	5.375	10	cd
T6	B3:M2	5.3	10	d

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La Figura 8 evidencia que tanto los momentos de aplicación como los bioestimulantes influyen en el diámetro de las mazorcas sin brácteas. Por ejemplo, el bioestimulantes 1 alcanza promedios elevados cuando se aplica en el primer momento y disminuye en el segundo, similarmente ocurre con los bioestimulantes 3 y 4. Mientras, el bioestimulantes 2 presenta un promedio más alto cuando se aplica en el segundo momento.

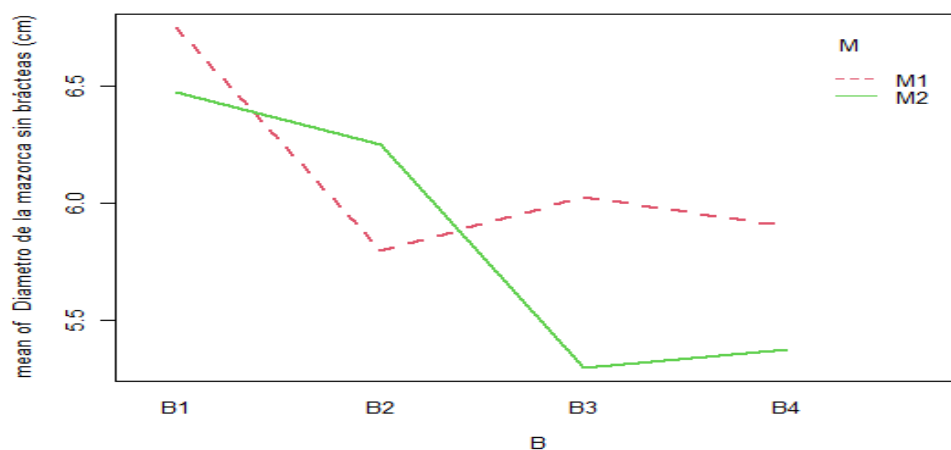


Figura 8. Interacción para el diámetro de mazorcas sin brácteas

3.1.7. Longitud de la mazorca sin brácteas (cm)

Basándose en el análisis de varianza presentado en la Tabla 15, se destaca que únicamente el factor "bioestimulantes" exhibe una diferencia significativa ($F=40.749$; $p=2.28e-09$).

Tabla 15. Análisis de varianza para la longitud de las mazorcas sin brácteas

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	215.72	71.91	40.749	2.28e-09	***
M	1	0.33	0.33	0.187	0.669	s.n.
B:M	3	11.82	3.94	2.232	0.112	s.n.
Error	23	40.59	1.76			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 's.n.' 1

Según la prueba de Tukey (Tabla 16), la interacción B1:M1 (correspondiente a T1) manifiesta la media más elevada en relación a la longitud de la mazorca sin brácteas, alcanzando 21.88 cm. Le sigue la interacción B1:M2 (T2) con 21 cm, mientras que la interacción B3:M2 (T6) registra la media más baja con 14.41 cm.

Tabla 16. Prueba de significancia de Tukey para la longitud de mazorcas sin brácteas

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	21.875	10	a
T2	B1:M2	21	10	a
T3	B2:M1	16.725	10	b
T8	B4:M2	16.4	10	b
T4	B2:M2	15.875	10	b
T5	B3:M1	15.4	10	b
T7	B4:M1	14.5	10	b
T6	B3:M2	14.4125	10	b

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 9 ilustra que el ácido húmico, al ser aplicado tanto en el primer como en el segundo momento, presenta medias superiores en comparación a los demás, generando una longitud promedio de mazorca sin brácteas de 21.875 y 21 cm respectivamente.

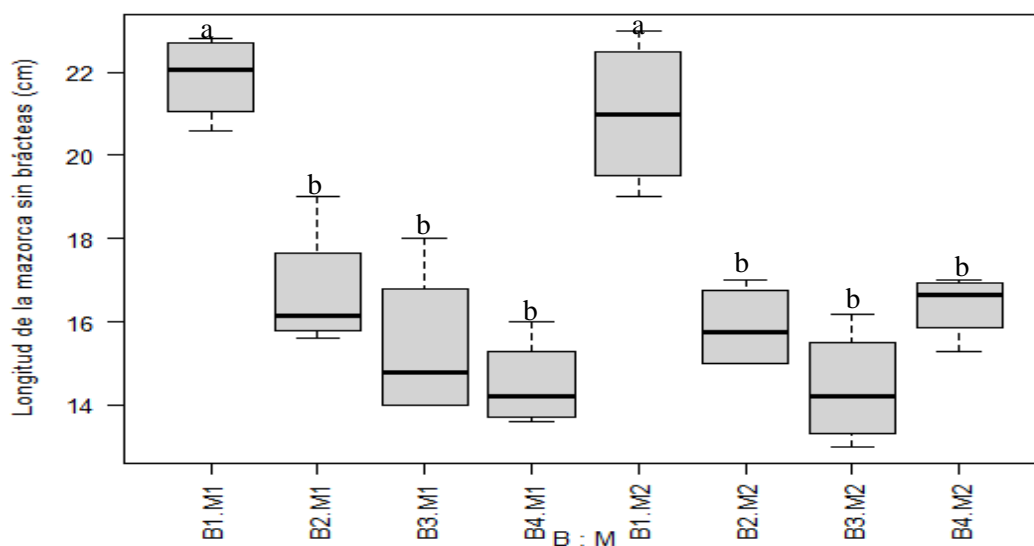


Figura 9. Diagrama de cajas para la longitud de mazorcas sin brácteas

3.1.8. Cantidad de hojas por planta

A través del análisis de varianza (Tabla 17), se constata la existencia de diferencias significativas exclusivamente en los factores evaluados, es decir en tanto en los bioestimulantes ($F=19.826$; $p=1.43e-06$) como en los momentos de aplicación ($F=14.132$; $p=0.00102$).

Tabla 17. *Análisis de varianza para la cantidad de hojas*

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	29.594	9.865	19.826	1.43e-06	***
M	1	7.031	7.031	14.132	0.00102	**
B:M	3	1.594	0.531	1.068	0.38213	s.n.
Error	23	11.444	0.498			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

Según la prueba de Tukey (Tabla 18), el rango promedio de hojas por tratamiento varía de 12 a 15. La interacción B1:M1 (T1), exhibe la media más alta (15), mientras que las interacciones B4:M2 y B2:M2, correspondientes a T8 y T4 respectivamente, registran las menores medias (12).

Tabla 18. *Prueba de significancia de Tukey para la cantidad de hojas*

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	15.00	10	a
T2	B1:M2	14.75	10	ab
T3	B2:M1	13.50	10	abc
T5	B3:M1	13.25	10	bc
T7	B4:M1	13.00	10	c
T6	B3:M2	12.25	10	c
T4	B2:M2	12.00	10	c
T8	B4:M2	12.00	10	c

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

La figura 10 revela que el bioestimulantes 1, asociado al ácido húmico, muestra una media superior cuando se aplica en ambos momentos en comparación a los demás, siendo 15 y 14.75 el valor de estas medias. Asimismo, se destaca la ausencia de dispersión de datos en las interacciones B4:M2 (T8) y B2:M2 (T4), reflejada en la omisión del diagrama de caja para estas interacciones.

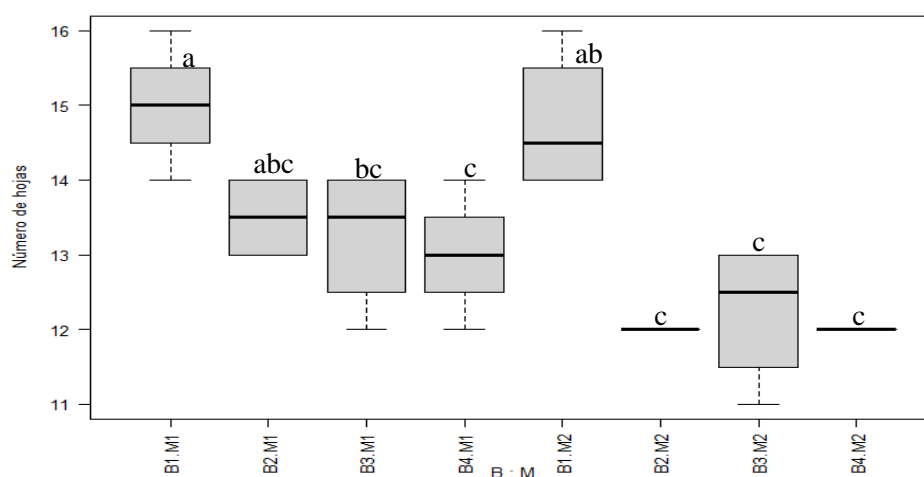


Figura 10. Diagrama de cajas para la cantidad de hojas

3.1.9. Periodo hasta la floración masculina

El análisis de varianza, según la Tabla 19, evidencia diferencias significativas únicamente en la interacción de los factores ($F=4.445$; $p=0.0133$).

Tabla 19. Análisis de varianza para el periodo hasta la floración masculina

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	9.84	3.281	2.026	0.1382	s.n.
M	1	0.03	0.031	0.019	0.8907	s.n.
B:M	3	21.59	7.198	4.445	0.0133	*
Error	23	37.24	1.619			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

Según la prueba de Tukey en la Tabla 20, el intervalo promedio de días a la floración masculina es de 71.25 a 74, con la interacción B2:M1 mostrando la media más baja y B2:M2 la más alta, y no se distinguen diferencias significativas entre los grupos formados.

Tabla 20. Prueba de Tukey del periodo hasta la floración masculina

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (días)	N° plantas	Grupos
T4	B2:M2	74.00	10	a
T7	B4:M1	73.75	10	a
T5	B3:M1	72.75	10	a
T8	B4:M2	72.25	10	a
T6	B3:M2	71.75	10	a
T1	B1:M1	71.5	10	a
T2	B1:M2	71.5	10	a
T3	B2:M1	71.25	10	a

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Figura 11, se evidencia que la interacción B1, en ambos momentos, disminuye el número de días a la floración masculina, mientras que las respuestas de otras interacciones varían dependiendo del bioestimulante y el momento de aplicación.

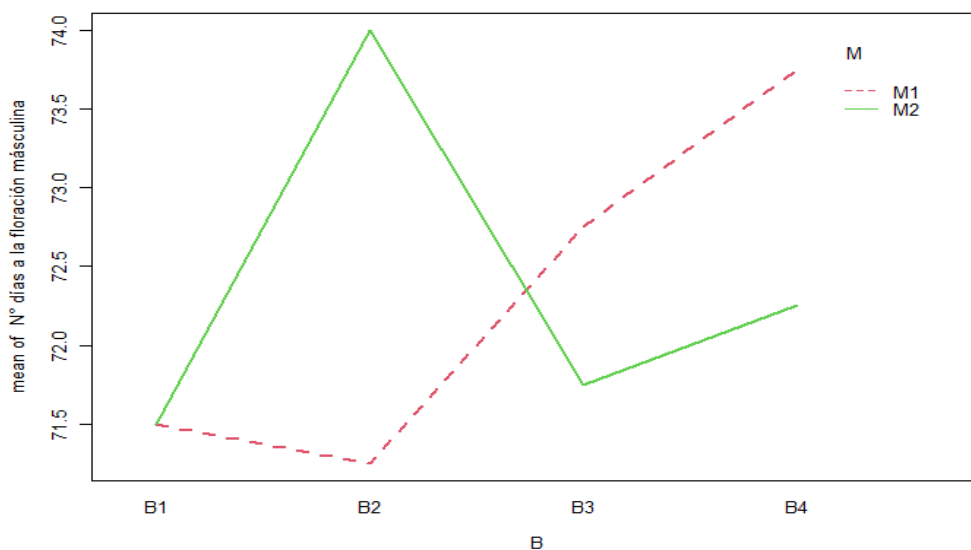


Figura 11. Interacción para el periodo hasta la floración masculina

3.1.10. Periodo hasta la floración femenina

Conforme al análisis de varianza (Tabla 21), hay diferencias significativas únicamente en el factor bioestimulantes ($F=4.009$; $p=0.0197$).

Tabla 21. *Análisis de varianza para el periodo hasta la floración femenina*

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	36.75	12.25	4.009	0.0197	*
M	1	12.5	12.5	4.091	0.0549	.
B:M	3	20.75	6.917	2.264	0.108	s.n.
Error	23	70.27	3.055			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de Tukey (Tabla 22) indica que los días promedio a la floración femenina varían entre 83.5 y 88.5, con B1:M2 reportando la menor media y B4:M2 la mayor.

Tabla 22. *Prueba de Tukey para el periodo hasta la floración femenina*

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (días)	N° plantas	Grupos
T8	B4:M2	88.5	10	a
T3	B2:M1	87.5	10	ab
T5	B3:M1	87.5	10	ab
T7	B4:M1	87	10	ab
T1	B1:M1	86	10	ab
T4	B2:M2	85.75	10	ab
T6	B3:M2	85.25	10	ab
T2	B1:M2	83.5	10	b

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 12 ilustra que el tratamiento T2, correspondiente a la interacción B1:M2, presenta la media más baja respecto a los días de floración femenina, registrando un valor de 83.5. Se observa también que los valores para esta interacción tienden a concentrarse alrededor de la media, resultando en un diagrama de cajas de menor tamaño en comparación con los otros tratamientos. Este patrón indica una floración femenina temprana en la mayoría de las plantas evaluadas bajo el tratamiento T2, en contraste con los resultados observados en el demás tratamiento.

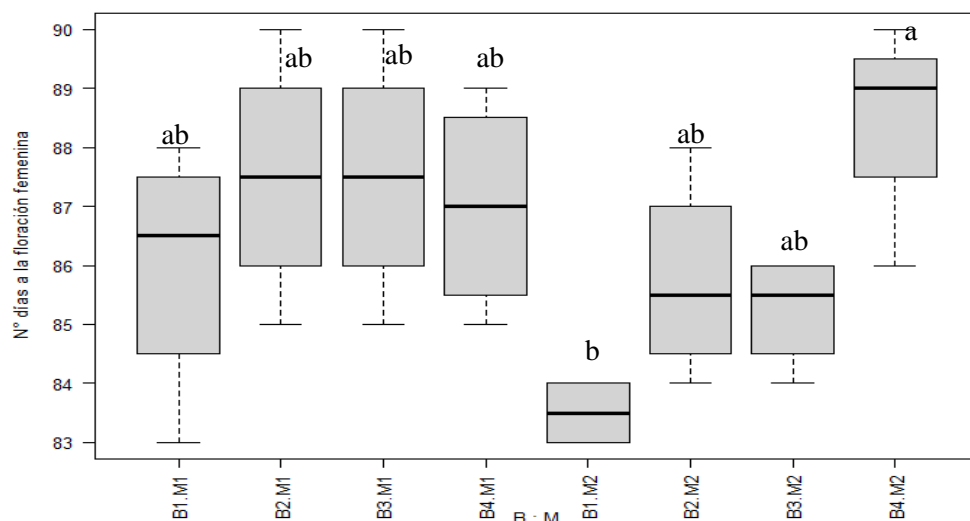


Figura 12. Diagrama de cajas para el periodo hasta la floración femenina

3.1.11. Cantidad de mazorcas

Según el análisis de varianza (Tabla 23), no se detectan diferencias significativas en los factores ni en su interacción.

Tabla 23. Análisis de varianza para la cantidad de mazorcas

	Gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
Bloque	1	0.306	0.3063	1.585	0.221	s.n.
B	3	0.844	0.2812	1.456	0.253	s.n.
M	1	0.281	0.2813	1.456	0.24	s.n.
B:M	3	1.344	0.4479	2.318	0.102	
Error	23	4.444	0.1932			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

3.2. Rendimiento de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

3.2.1. Rendimiento de mazorcas con brácteas (t/ha)

Peso de mazorca con brácteas (kg)

El análisis de varianza de la Tabla 24 indica diferencias significativas entre factor bioestimulantes y su interacción.

Tabla 24. Análisis de varianza para el peso de mazorca con brácteas

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	0.09448	0.031492	13.662	2.51e-05	***
M	1	0.00034	0.000338	0.147	0.7053	s.n.
B:M	3	0.02129	0.007097	3.079	0.0476	*
Error	23	0.05302	0.002305			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba de significancia de Tukey (Tabla 25) detalla diferencias significativas entre T1, T8 y T3. El peso promedio de las mazorcas fluctúa entre 0.377 Kg y 0.569 Kg, con la interacción B1:M1 (T1) registrando el valor más alto (0.569 Kg) y B2:M1 (T3) el más bajo (0.377 Kg).

Tabla 25. Prueba de significancia de Tukey para el peso de mazorca con brácteas

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (Kg)	Nº plantas	Grupos
T1	B1:M1	0.569	10	a
T2	B1:M2	0.506	10	ab
T4	B2:M2	0.450	10	bc
T7	B4:M1	0.424	10	bc
T6	B3:M2	0.423	10	bc
T5	B3:M1	0.421	10	bc
T8	B4:M2	0.386	10	c
T3	B2:M1	0.377	10	c

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Según la Figura 13, mientras que el momento de aplicación del bioestimulantes no altera significativamente el peso de la mazorca, el tipo de bioestimulantes sí tiene un impacto, destacando B1, ácido húmico, que intensificó el peso en ambas aplicaciones.

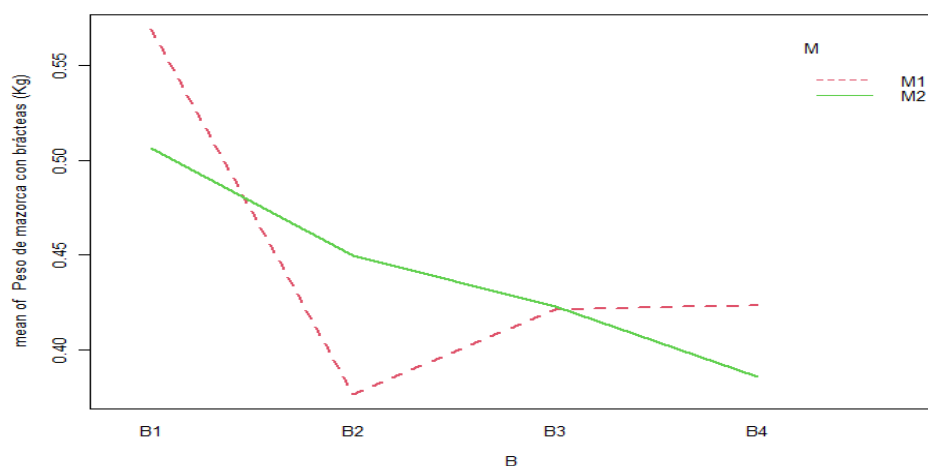


Figura 13. Interacción para el peso de mazorca con brácteas

El rendimiento de mazorcas con brácteas está directamente relacionado con su peso; así, un aumento en el peso de la mazorca se traduce en un mayor rendimiento por hectárea. Según la Tabla 26, el rendimiento varía entre 9.43 y 14.23 toneladas por hectárea. El bioestimulantes a base de ácido húmico, aplicado en el momento 1, resultó en el rendimiento más alto de 14.23 t/ha. Por otro lado, la segunda mayor cifra, 12 t/ha se logró con el mismo bioestimulantes aplicado en el momento 2. El rendimiento más bajo, 9.43 t/ha correspondió al bioestimulantes dos aplicado en el momento

Tabla 26. Rendimiento de mazorca con bráctea (t/ha)

Tratamiento	Interacción	Peso medio de mazorca (Kg)	Rendimiento (t/ha)
T1	B1:M1	0.569	14.23
T2	B1:M2	0.506	12.65
T3	B2:M1	0.377	9.43
T4	B2:M2	0.45	11.25
T5	B3:M1	0.421	10.53
T6	B3:M2	0.423	10.58
T7	B4:M1	0.424	10.6
T8	B4:M2	0.386	9.65

3.2.2. Rendimiento de mazorcas sin brácteas (t/ha)

Peso de mazorca sin brácteas (Kg)

De acuerdo con el análisis de varianza presentado en la Tabla 27, se identifica una diferencia significativa muy alta en el factor bioestimulantes ($F=14.78$; $p=1.41e-05$), y en la interacción la diferencia significativa es muy débil ($F=2.819$; $p=0.0615$),

Tabla 27. Análisis de varianza para el peso de mazorca sin brácteas

	gl	SC	CM	F	P-valor	Sig.
B	3	0.08743	0.029142	14.78	1.41e-05	***
M	1	0.00021	0.000205	0.104	0.75	s.n.
B:M	3	0.01667	0.005558	2.819	0.0615	.
Error	23	0.04535	0.001972			

Nota. B: Bioestimulantes. M: momentos de aplicación. Significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘s.n.’ 1

La prueba Tukey destaca que la interacción B1:M1, correspondiente a T1, registra el mayor peso promedio con 0.365 Kg, mientras que el menor se encuentra en la interacción B4:M2, asociado a T8.

Tabla 28. Prueba de significancia de Tukey para el peso de mazorca sin brácteas

Tratamiento	Interacción (B*M)	Media (cm)	N° plantas	Grupos
T1	B1:M1	0.365	10	a
T2	B1:M2	0.308	10	ab
T4	B2:M2	0.252	10	bc
T7	B4:M1	0.226	10	bc
T6	B3:M2	0.225	10	bc
T5	B3:M1	0.214	10	bc
T3	B2:M1	0.190	10	c
T8	B4:M2	0.189	10	c

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Conforme a la Tabla 29, los rendimientos presentados para cada tratamiento varían entre 4.725 y 9.125 toneladas por hectárea. Destaca el bioestimulante a base de ácido húmico, que exhibió un rendimiento superior en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Tabla 29. *Rendimiento de mazorca sin bráctea (t/ha)*

Tratamiento	Interacción	Peso medio de mazorca (Kg)	Rendimiento (t/ha)
T1	B1:M1	0.365	9.125
T2	B1:M2	0.308	7.7
T3	B2:M1	0.19	4.75
T4	B2:M2	0.252	6.3
T5	B3:M1	0.214	5.35
T6	B3:M2	0.225	5.625
T7	B4:M1	0.226	5.65
T8	B4:M2	0.189	4.725

3.3. Análisis costo-beneficio del cultivo de maíz variedad INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

La rentabilidad bruta total más elevada, que ascendió a 19,603.13 unidades, se registró al aplicar ácido húmico durante el primer momento (T1). En contraste, la rentabilidad bruta total menos significativa, valorada en 15,565.63 unidades, se manifestó con la aplicación de ácido fúlvico en el segundo intervalo, identificado como T4, tal como se indica en la Tabla 30.

Tabla 30. Efectos de la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos sobre el valor agregado del maíz INIA 603 - Choclero.

Tratamientos	N° Mazorcas comercializables	N° mazorcas				Precio unitario (S/.)				Precio promedio (S/.)	Precio por mazorca (S/.)				Rentabilidad total (RT)
		MGG	MG	MM	MP	MGG	MG	MM	MP		MGG	MG	MM	MP	
T1		6906	5844	6906	1594						8287.50	5843.75	4834.38	637.50	19603.13
T2		4781	5844	8500	2125						5737.50	5843.75	5950.00	850.00	18381.25
T3		3188	7438	8500	2125						3825.00	7437.50	5950.00	850.00	18062.50
T4	21250	1063	5844	9031	5313	1.20	1.00	0.70	0.40	0.825	1275.00	5843.75	6321.88	2125.00	15565.63
T5		2656	6375	8500	3719						3187.50	6375.00	5950.00	1487.50	17000.00
T6		2125	4781	9563	4781						2550.00	4781.25	6693.75	1912.50	15937.50
T7		4781	6375	4250	5844						5737.50	6375.00	2975.00	2337.50	17425.00
T8		5313	5313	6906	3719						6375.00	5312.50	4834.38	1487.50	18009.38

Nota. Para calcular el N° de mazorcas comercializables se tuvo en cuenta el poder germinativo de la semilla como 95% en una densidad de 25000 plantas/ha. La rentabilidad total es la suma del precio de los diferentes tamaños de maíz, mazorca muy grande (MMG) ≥ 35 cm (32.50%), mazorca muy grande (MG) ≥ 30 a 34 cm (27.50%), mazorca mediana (MM) ≥ 25 a 29 cm (32.5%), mazorca pequeña (MP) < 25 cm (7.5%) para T1; MGG (22.5%), MG (27.5%), MM (40%), MP (10%) para T2; MGG (15%), MG (35%), MM (40%), MP (10%) para T3; MGG (5%), MG (27.5%), MM (42.5%), MP (25%) para T4; MGG (12.5%), MG (30%), MM (40%), MP (17.5%) para T5; MGG (10%), MG (22.5%), MM (45%), MP (22.5%) para T6; MGG (22.50%), MG (30%), MM (20%), MP (27.5%) para T7; MGG (25%), MG (25%), MM (32.5%), MP (17.5%) para T8.

Al evaluar el costo total de producción detallado en la Tabla 31, se destaca una inversión moderada de S/. 5,301 en el tratamiento que condujo a la máxima rentabilidad (S/. 13877.13), siendo esta inversión inferior en comparación con la destinada al tratamiento que resultó en la menor rentabilidad (S/. 9997.53), que fue de S/. 5,355.6. Además, es relevante señalar que la relación costo-beneficio alcanzó su punto más alto en T1 con un valor de 3.62, mientras que su punto más bajo se registró en T4 con un valor de 2.87.

Tabla 31. *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos de bioestimulantes sobre el desempeño económico del maíz INIA-603*

Tratamientos	Rentabilidad total (RT)	Costo total (CT)	Retorno neto (RN)	Relación costo-beneficio (RBC)
T1	19178.13	5301.00	13877.13	3.62
T2	18221.88	5301.00	12920.88	3.44
T3	15831.25	5355.60	10475.65	2.96
T4	15353.13	5355.60	9997.53	2.87
T5	15193.75	4875.70	10318.05	3.12
T6	14875.00	4875.70	9999.30	3.05
T7	14556.25	4794.20	9762.05	3.04
T8	15990.63	4794.20	11196.43	3.34

IV. DISCUSION

4.1. Comportamiento agronómico de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

La presente investigación ha explorado la incidencia de bioestimulantes aplicados en distintos momentos sobre el comportamiento agronómico de la variedad de maíz INIA 603 - Choclero, demostrando respuestas agronómicas favorables. Estas respuestas favorables se pueden deber a que la aplicación de bioestimulantes potencia la absorción de nutrientes y la retención hídrica, optimiza el metabolismo y brinda protección contra el estrés biótico y abiótico (Sardrodi et al., 2022).

Los resultados obtenidos indican que la administración de bioestimulantes durante las etapas fenológicas iniciales del maíz (vegetativa 4 y vegetativa 7) favorece una mayor altura de planta en comparación con aplicaciones en fases más avanzadas. La altura de inserción de la primera mazorca se mantuvo invariable ante los momentos de aplicación, destacando que el ácido húmico, independientemente del momento de aplicación. Este bioestimulante también indujo una altura superior en comparación con otros bioestimulantes. Los resultados sobresalientes observados en las variables evaluadas pueden ser atribuidos a las propiedades de los ácidos húmicos. Estos ácidos mejoran el crecimiento de las plantas, influenciando positivamente las condiciones del suelo. Por ejemplo, en el caso del suelo alcalino en el que se cultivó el maíz, descrito en el Anexo 1, la disponibilidad y absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son restringidas, un problema identificado por Mishra et al. (2023). Los ácidos húmicos contrarrestan esta limitación mediante la liberación de diversos compuestos bioactivos, como señalan Rose et al. (2014), enriqueciendo así la composición química y la fertilidad del suelo, conforme lo expone Du Jardin (2015). Esta mejora en la composición del suelo repercute directamente en una más eficiente absorción y asimilación de nutrientes por parte de las plantas, lo que se traduce en un incremento en su vigor y biomasa vegetal, tal como lo demuestran los estudios de Calvo et al. (2014), Battacharyya et al. (2015) y Meddich (2023).

Los bioestimulantes a base de aminoácidos han mostrado ser fundamentales en la estimulación del crecimiento y la productividad vegetal, reduciendo el impacto del estrés abiótico a través de la activación enzimática y la modulación hormonal (Colla

et al., 2017; Ertani et al., 2009; Rouphael y Colla, 2018; Sestili et al., 2018). Además, se ha observado que estos bioestimulantes promueven una mejora en la arquitectura radicular, lo que incide en una mejor absorción de agua y nutrientes (Colla et al., 2017). Por su parte, los bioestimulantes derivados de extractos de algas contribuyen al crecimiento vegetal a través de compuestos activos, incluyendo hormonas vegetales y moléculas señalizadoras, y juegan un papel vital en el metabolismo del nitrógeno, crucial para cultivos como el maíz (Calvo et al., 2014; Meddich, 2023). Sin embargo, la efectividad de estos compuestos puede variar dependiendo de la forma y momento de aplicación, así como del tipo de cultivo, tal como se ha evidenciado en la literatura (Oancea et al., 2013; Galvão et al., 2019; Mutale-Joan et al., 2020; Gonzales-Perez et al., 2022).

En lo que respecta al tamaño de la mazorca, la investigación ha evidenciado que la aplicación de ácido húmico mejora el diámetro y la longitud de la mazorca tanto con brácteas como sin ellas. Este fenómeno también se ha observado en otros cultivos, donde el uso de bioestimulantes ha propiciado un incremento notable en el tamaño de los frutos (El-Nemr et al., 2012; Tarantino et al., 2018; Milić et al., 2018). Se ha resaltado que los bioestimulantes ejercen múltiples efectos sobre los procesos fisiológicos de las plantas, lo que se traduce en características agronómicas mejoradas, como el tamaño y la longitud del fruto. Sin embargo, cabe mencionar que no se ha observado una influencia directa de los bioestimulantes sobre el número promedio de mazorcas por planta en el maíz.

La duración de las fases fenológicas también se ha visto afectada por la aplicación de bioestimulantes, observándose una reducción en el número de días hasta la floración. Estos resultados están en consonancia con estudios previos que demuestran la capacidad de los bioestimulantes para acortar el ciclo vegetativo en otros cultivos (Tadevosyan et al., 2020; Supraja et al., 2020).

En síntesis, en este estudio los ácidos húmicos han demostrado ser particularmente efectivos en la gran mayoría de las variables evaluadas para el comportamiento agronómico, lo cual podría deberse a los diferentes procesos fisiológicos beneficiosos que desencadenan en las distintas fases fenológicas del cultivo, como la modulación de proteínas y la regulación genética que favorecen el metabolismo y la fotosíntesis, lo que se refleja en una mejora en la calidad del suelo y en la

adaptación a condiciones adversas (Canellas et al., 2015; Trevisan et al., 2011; Bhupenchandra et al., 2022). Estos efectos se asemejan a la acción de reguladores de crecimiento como las auxinas, promoviendo así el desarrollo vegetal y la actividad de la H⁺ ATPasa en la membrana plasmática (Bulgari et al., 2019).

4.2. Rendimiento de maíz INIA 603 – Choclero tras la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

En el contexto de la presente investigación, se ha observado que la utilización de bioestimulantes incide positivamente en la productividad y el rendimiento agrícola. Estos beneficios se atribuyen a la optimización en la asimilación de nutrientes, evidenciado por la mejora en la actividad de enzimas claves como la nitrato reductasa, según lo documentado por Sardrodi et al. (2022). Los resultados indican que la aplicación temporal de bioestimulantes influye en el rendimiento, con cifras que varían de 9.65 a 14.23 toneladas por hectárea para mazorcas con brácteas y de 4.725 a 9.125 toneladas por hectárea para mazorcas desprovistas de brácteas, tal como se refleja en las Tablas 28 y 29. No obstante, el análisis sugiere que no existe una relación directa entre el momento de aplicación del bioestimulante y el rendimiento de mazorcas, destacando que compuestos como el ácido húmico pueden ser eficaces independientemente de la etapa de aplicación.

Los hallazgos de otros estudios corroboran la eficacia de los bioestimulantes en diferentes cultivos, incluyendo el incremento de la biomasa en brócoli y el desarrollo radicular en zanahorias (Gajc-Wolska et al., 2012; Mattner et al., 2013). De forma particular, en el cultivo de maíz bajo estrés hídrico, se ha reportado un aumento de rendimiento de 80,542 kg/ha a 100,263 kg/ha, atribuido al impacto positivo de los bioestimulantes en el metabolismo del nitrógeno, el cual fomenta la síntesis de aminoácidos con roles regulatorios y estructurales en condiciones adversas (Noein y Soleymani, 2022; Stutts et al., 2018). Sin embargo, es relevante señalar que la respuesta de los cultivos a los bioestimulantes no es uniforme y puede variar en función del tipo de agente utilizado, el cultivo en cuestión, la metodología de aplicación y el momento de la misma. Esto se evidencia en estudios como el de Galvão et al. (2019), que reportaron una falta de correlación significativa en el rendimiento de cultivos de frijol bajo estrés hídrico tras la aplicación de bioestimulantes a base de extracto de algas.

4.3. Relación costo – beneficio del cultivo de maíz INIA 603 – Choclero bajo la aplicación de bioestimulantes en diferentes momentos

La evaluación de la relación costo-beneficio incorporada en el presente estudio ha evidenciado la viabilidad económica del cultivo de maíz INIA 603 – Choclero. Este análisis ha tenido en cuenta la inversión inicial y los costos operativos que inciden directamente en los ingresos netos, tal como lo expone Rahman y colaboradores (2016). Se ha identificado que la producción de un número elevado de mazorcas de tamaño muy grande, particularmente en los tratamientos T1 y T2 (Tabla 30), ha influido positivamente en el valor del ingreso total, registrándose cifras de 19603.13 y 18381.25 respectivamente. Paralelamente, estos mismos tratamientos han favorecido un incremento en el ingreso neto, alcanzando montos de 13877.13 y 12920.88 respectivamente, lo que representa una relación costo-beneficio de 3.62 y 2.44 como se detalla en la Tabla 31. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones recientes, como la de Islam y colaboradores (2023), quienes reportaron resultados análogos al aplicar savia enriquecida derivada del pseudotallo del plátano como bioestimulante en el cultivo de maíz dulce. En dicho estudio, el ingreso total se incrementó sustancialmente debido al aumento en el tamaño de las mazorcas, alcanzando un total de 51496, lo cual condujo a un ingreso neto de 39075 y una relación beneficio-costo de 4.14.

V. CONCLUSIONES

En relación al comportamiento agronómico del cultivo de maíz INIA 603 – Choclero, se ha determinado específicamente que el ácido húmico induce un incremento en la altura total de la planta, una mayor altura de inserción de la primera mazorca y mejora las dimensiones de la mazorca, tanto con brácteas como sin ellas. Además, la aplicación de bioestimulantes ha acelerado los días hasta la floración, tanto femenina como masculina, en comparación con los tiempos estipulados en la ficha técnica del cultivo de maíz (Anexo 2). No obstante, no se ha observado un efecto significativo de los bioestimulantes en el número de mazorcas por planta, manteniéndose en promedio una sola mazorca por planta en todos los tratamientos.

En cuanto al rendimiento, se ha registrado que el ácido húmico, independientemente del momento de aplicación, ha superado en rendimiento a los demás bioestimulantes, ya sea en mazorcas con brácteas o sin ellas. Los ácidos fúlvicos, los aminoácidos y los extractos de algas siguieron en eficacia detrás del ácido húmico.

Finalmente, desde una perspectiva económica, la utilización de bioestimulantes a base de ácidos húmicos ha resultado ser la más beneficiosa. En ambos momentos de aplicación evaluados, se generó un retorno neto de 13877.13 y 12920.88 respectivamente, arrojando una relación de costo-beneficio de 3.62 y 3.44. Estos hallazgos subrayan el potencial de los bioestimulantes para mejorar no solo las características agronómicas del maíz INIA 603-Choclero, sino también su rentabilidad económica.

VI. RECOMENDACIONES

Para ampliar el conocimiento sobre la aplicación de bioestimulantes en distintos momentos o etapas fenológicas del maíz Choclero INIA 603, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda realizar un análisis comparativo de los efectos de diversas concentraciones de bioestimulantes, con el fin de establecer dosificaciones óptimas que maximicen los beneficios en el comportamiento agronómico y el rendimiento.
2. Se propone estudiar el impacto de los bioestimulantes en la variedad de maíz INIA 603-Choclero bajo condiciones de densidad de siembra incrementada, para evaluar la respuesta del cultivo en contextos de competencia intraespecífica más intensa.
3. Se incita a investigar los efectos de los bioestimulantes en los aspectos fisiológicos y bioquímicos del maíz INIA 603-Choclero, con el objetivo de esclarecer los mecanismos subyacentes que influyen en la mejora de los parámetros agronómicos y de rendimiento.
4. Se aconseja realizar estudios a nivel molecular para determinar los cambios en la expresión génica del maíz en respuesta a los bioestimulantes, proporcionando así una comprensión más profunda de sus efectos a nivel celular.
5. Se sugiere explorar la interacción de los bioestimulantes con diferentes variedades de maíz para identificar posibles diferencias en la eficacia y determinar si ciertos genotipos responden mejor a tratamientos específicos.
6. Se recomienda llevar a cabo ensayos de campo en diferentes zonas agroecológicas para validar la efectividad y consistencia de los bioestimulantes bajo una gama más amplia de condiciones ambientales y de suelo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltazar, M., Correia, S., Guinan, K. J., Sujeeth, N., Bragança, R., & Gonçalves, B. (2021). Recent advances in the molecular effects of biostimulants in plants: An overview. *Biomolecules*, *11*(8), 1096.
- Battacharyya, D., Babgohari, M., Rathor, P. & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, *196*:39–48.
- Bhupenchandra, I., Chongtham, S., Devi, E., Choudhary, A., Salam, M., Sahoo, M. Lhamu, T., Devi, S., Singh, A. & Khaba, C. (2022). Role of biostimulants in mitigating the effects of climate change on crop performance. *Frontiers in Plant Science*, *13*.
- Braziene, Z., Paltanavicius, V., & Avizienytė, D. (2021). The influence of fulvic acid on spring cereals and sugar beets seed germination and plant productivity. *Environmental research*, *195*, 110824.
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, *9*(6), 306.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, *383* (1), 3–41.
- Canellas, L., Olivares, F., Aguiar, N., Jones, D., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia horticulturae*, *196*, 15-27.
- Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R. & Rouphael, Y. (2017). Biostimulant action of protein hydrolysates: unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Frontiers in Plant Science*, *8*, 2202.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, *196*(1), 3–14.
- El-Nemr, M., El-Desuki, M., El-Bassiony, A., & Fawzy, Z. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different

- foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3), 630-637.
- Ertani, A., Cavani, L., Pizzeghello, D., Brandellero, E., Altissimo, A., Ciavatta, C. & Nardi, S. (2009). Biostimulant activities of two protein hydrolysates on the growth and nitrogen metabolism in maize seedlings. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(2), 237–244.
- European Biostimulant Industry Council. (2023). *Economic Overview of the European Biostimulants Market*. <https://biostimulants.eu/publications/>
- Food and Agriculture Organisation (2011). *Sweet corn*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/tha166302.pdf>
- Gajc-Wolska, J., Spizewski, T., & Grabowska, A. (2012). The effect of seaweed extracts on the yield and quality parameters of broccoli (*Brassica oleracea* var. cymosa L.) in open field production. *World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture 1009*, 83-89.
- Galvão, Í., dos Santos, O., de Souza, M., de Jesus, J., Kühn, I., & Broetto, F. (2019). Biostimulants action in common bean crop submitted to water deficit. *Agricultural Water Management*, 225, 105762.
- Gonçalves, B., Morais, M., Sequeira, A., Ribeiro, C., Guedes, F., Silva, A., & Aires, A. (2020). Quality preservation of sweet cherry by using glycine-betaine or *Ascophyllum nodosum*. *Food chemistry*, 322, 126713.
- González-Pérez, B., Rivas-Castillo, A., Valdez-Calderón, A., & Gayosso-Morales, M. (2022). Microalgae as biostimulants: A new approach in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38(1), 4.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria. Periodo anual 2019. Microdatos INEI*. <https://iinei.inei.gob.pe/microdatos/>
- Islam, M., Kasim, S., Amin, A., Alam, M., Khatun, M., Ahmed, S. & Hossain, A. (2023). Foliar application of enriched banana pseudostem sap influences the nutrient uptake, yield, and quality of sweet corn grown in an acidic soil. *PloS one*, 18(8), e0285954.

- Mattner, S., Wite, D., Riches, D., Porter, I., & Arioli, T. (2013). The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biological agriculture & horticulture*, 29(4), 258-270.
- Meddich, A. (2023). Biostimulants for resilient agriculture improving plant tolerance to abiotic stress: a concise review. *Gesunde Pflanzen*, 75(4), 709-727.
- Milić, B., Tarlanović, J., Keserović, Z., Magazin, N., Miodragović, M., & Popara, G. (2018). Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae*, 235, 214-220.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2023). *Observatorio de siembras y perspectivas de la producción – maíz choclo*. MIDAGRI. <http://hdl.handle.net/20.500.13036/840>
- Mishra, S., Misra, S. & Dixit, V. (2023). Ochrobactrum sp. NBRISH6 Inoculation Enhances *Zea mays* Productivity, Mitigating Soil Alkalinity and Plant Immune Response. *Current Microbiology*, 80, 328.
- Moreno-Hernández, J., Benítez-García, I., Mazorra-Manzano, M., Ramírez-Suárez, J., & Sánchez, E. (2020). Strategies for production, characterization and application of protein-based biostimulants in agriculture: A review. *Chilean journal of agricultural research*, 80(2), 274-289.
- Mutale-joan, C., Redouane, B., Najib, E., Yassine, K., Lyamlouli, K., Laila, S., Zeroual, Y. & Hicham, E. (2020). Screening of microalgae liquid extracts for their biostimulant properties on plant growth, nutrient uptake and metabolite profile of *Solanum lycopersicum* L. *Scientific Reports*, 10, 11–12
- Nasiri, A., Sam-Daliri, M., Shirani-Rad, A., Mousavi, A., & Jabbari, H. (2021). The Response of Growth and Yield of Canola Genotypes to Humic Acid Application in Different Plant Densities. *Gesunde Pflanzen*, 73, 17-27.

- Noein, B., & Soleymani, A. (2022). Corn (*Zea mays* L.) physiology and yield affected by plant growth regulators under drought stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-10.
- Oancea, F., Velea, S., Fatu, V., Mincea, C. & Ilie, L. (2013). Micro-algae-based ~ plant biostimulant and its effect on water. *Romanian Journal of Plant Protection*,5, 104–117
- Quandahor, P., Mahama, G., Yahaya, I., Kusi, F., Yirzagla, J., Sugri, I. & Jinbaani, A. (2023). Nitrogen Fertilizer Rates and Pesticides Interaction Effect on Maize and Fall Armyworm Performance in Northern Ghana. *Open Access Library Journal*, 10(9), 1-13.
- Rahman, S., Kazal, M., Begum, I., & Alam, M. (2016). Competitiveness, profitability, input demand and output supply of maize production in Bangladesh. *Agriculture*, 6(2), 21.
- Rose, M. Patti, A., Little, K., Brown, A., Jackson, W. & Cavagnaro, T. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Advances in agronomy*, 124, 37-89.
- Rouphael, Y. & Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: Designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9,1655.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 11, 40.
- Sardrodi, M., Atigh, Z., Dehghanian, Z., Balilashaki, K., Lajayer, B. & Astatkie, T. (2022). Application of biostimulants to improve agronomic and physiological responses of plants: a review. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, 31-44.
- Sestili, F., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Pucci, A., Bonini, P. & Canaguier, R. (2018). Protein hydrolysate stimulates growth and N uptake in tomato coupled with N-dependent gene expression involved in N assimilation. *Frontiers in plant science*, 9,1233.

- Stutts, L., Wang, Y. & Stapleton, A. (2018). Plant growth regulators ameliorate or exacerbate abiotic, biotic and combined stress interaction effects on *Zea mays* kernel weight with inbred-specific patterns. *Environmental and Experimental Botany* 147,179–188
- Supraja, K., Behera, B. & Balasubramanian, P. (2020). Efficacy of microalgal extracts as biostimulants through seed treatment and foliar spray for tomato cultivation. *Industrial Crops and Products* 151,112453
- Szulc, P., Krauklis, D., Ambroży-Deręgowska, K., Wróbel, B., Niedbała, G., Niazian, M., & Selwet, M. (2023). Response of Maize Varieties (*Zea mays* L.) to the Application of Classic and Stabilized Nitrogen Fertilizers—Nitrogen as a Predictor of Generative Yield. *Plants*, 12(3), 600.
- Tadevosyan, L., Martirosyan, G., Kirakosyan, G., & Hakobyan, A. (2020). Improvement of Vegetable Crops Cultivation Technology by Applying Biostimulant in Protected Area. *AgriScience and Technology*, 2(70).
- Tarantino, A., Lops, F., Disciglio, G., & Lopriore, G. (2018). Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of ‘Orange rubis®’ apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. *Scientia Horticulturae*, 239, 26-34.
- Trevisan, S., Botton, A., Vaccaro, S., Vezzaro, A., Quaggiotti, S. & Nardi, S. (2011). Humic substances affect arabidopsis physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. *Environmental and Experimental Botany*. 74, 45–55.
- Zanin, L., Tomasi, N., Cesco, S., Varanini, Z., & Pinton, R. (2019). Humic substances contribute to plant iron nutrition acting as chelators and biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 675.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de fertilidad de la parcela experimental

		Código: CCFG - 036 Versión: 01 Página .../...
INFORME DE ENSAYO N° 146		

1. DATOS :
 Solicitante : MARILEYDI ZUTA PUSCAN
 Departamento : AMAZONAS
 Provincia : LUYA
 Distrito : COLCABAR

Anexo : COHECAN
 Muestra : MAIZ
 Cod. Muestra : 146
 Fecha : 03/04/2023

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO FERTILIDAD

Lab	Numero de Muestra	Muestra	pH	C.E. (1:1) dSm	P	K	C	M.O	N
			(1:1)		ppm	%	%	%	%
146		MAIZ	8.32	1.01	0.14	97.72	2.65	4.57	0.23

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo no fue recolectada por el personal de LABISAG. La reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción de este sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SUELOS
 LABORATORIO DE SUELOS
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SUELOS
 LABORATORIO DE SUELOS
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG
 (Firma manuscrita)
 Tec. Eider Chirripa Veliz
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Recibi conforme
 Nombre: _____
 DNI: _____
 Fecha y Hora: _____
 Firma de Conformidad



Calle Higin Uro N° 342, 349, 356. Calle Universidad N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
 labisag@unimza.edu.pe / labisag@infocm.edu.pe

Anexo 2. Ficha técnica del maíz INIA 603 – Choclero

MAIZ INIA 603 - CHOCLERO

Nueva Variedad para una Producción Rentable

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

MAIZ INIA 603 - CHOCLERO

INTRODUCCIÓN

La variedad Blanco Urubamba, del Valle Sagrado de los Incas - Cusco, es del tipo de maíz choclero por excelencia para las exigencias del poblador peruano. Desafortunadamente, esta variedad tiene una adaptación muy específica a ciertas condiciones agroecológicas y en consecuencia no se puede sembrar satisfactoriamente en muchos lugares de la sierra peruana.

Con la finalidad de ampliar el rango de adaptación de esta variedad, el ex - Programa de Investigación en Maíz y Arroz del INIA en 1978 formó el Complejo Peruano II (CP II), población de amplia base genética, a partir del cual se derivó la variedad Maíz INIA 603 - Choclero.

El método de selección inicial fue el de medios hermanos y luego el de hermanos completos.

ORIGEN

Maíz INIA 603 - Choclero, en 1990 se ha formado por la recombinación de las 9 mejores familias de hermanos completos derivados del CP II.

El cual básicamente está formado en un 50% por colecciones tipo Blanco Urubamba de Cusco; el otro 50% por germoplasma integrado por colecciones de maíz Blanco Imperial de Cajamarca, variedades mejoradas, del PCIM (PCIM 561, PMC 562, PMC 568) y Colecciones de los departamentos de Ancash, Apurímac y Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS

Maíz INIA 603 - Choclero, es una variedad de polinización libre, con buena adaptación a las condiciones de los valles interandinos de la sierra entre 2 600 y 3 000 metros de altitud.

Las plantas son de porte mediano a alto, con buena arquitectura, tallo medianamente grueso, con una o dos mazorcas ubicadas en el tercio medio. La mazorca es de forma cilindro cónica, con 8 a 10 hileras de granos grandes, amiláceos y de color blanco cremoso.

Su potencial de rendimiento en grano seco es de 6 t/ha.

A los 170 días de la siembra se pueden cosechar 40 000 choclos de primera, con buenos precios.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD

Altura de planta	: 2,48 m
Altura de mazorca	: 1,45 m
Días a floración femenina	: 110 días
Producción de choclo	: 170 días
Periodo vegetativo	: 210 días

REACCIÓN AL ATAQUE DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Plagas

- Moderada tolerancia al ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Moderada susceptibilidad al gusano mazorquero (*Heliothis zea*).

Enfermedades

- Tolerancia al ataque del Virus MRFV.
- Moderada susceptibilidad a la pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*).

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL CULTIVO

Epoca de siembra

Para producir "choclo" es importante asociar la época de siembra para obtener una buena oportunidad de

precio de venta, con las primeras cosechas en épocas de escasez, para lograr mejores precios.

Para la zona de Cajamarca y alrededores, la época de siembra adecuada para la producción de choclo y grano es en el mes de octubre hasta mediados de diciembre.

Siembra

Para asegurar la más alta germinación y emergencia de plántulas se utiliza 50 kg/ha de semilla de buena calidad, en lo posible tratada con un insecticida y/o fungicida adecuado. La siembra efectuarla luego de una buena preparación del suelo y con una humedad adecuada.

Densidad de siembra

La distancia entre surcos es de 0,8 m y de 0,5 m entre golpes. Distribuir 3 semillas/golpe para lograr una población de 50 000 plantas/ha con 2 plantas por golpe.

Fertilización

Depende de la fertilidad y calidad del suelo. Para que el rendimiento sea óptimo y se logre buenas ganancias se requiere fertilizar con una dosis de 90-45-00 kg/ha de N, P, O, K, O. Todo el fósforo y el potasio se aplicarán a la siembra. El nitrógeno se aplicará en forma fraccionada: la mitad (2 sacos de urea) a la siembra y 2 sacos al aporque.

Control de malezas

Es fundamental evitar la competencia de malezas especialmente en los primeros 45 días de crecimiento del cultivo. Por lo general con el primer aporque se deben eliminar las malezas, con el deshierbo manual. Se puede utilizar herbicidas a base de atrazina; inmediatamente después de la siembra.

Control de plagas

Para prevenir el ataque de los gusanos de tierra se recomienda realizar una buena preparación del suelo y tratar la semilla con acefato utilizando 120 g de producto para 25 kg de semilla; para controlar el ataque del cogollero, se recomienda aplicar insecticidas granulados al cogollo de la planta (8 a 10 kg/ha).

La plaga más limitante en la producción de choclos de primera calidad es el gusano mazorquero (*Heliothis zea*), para su control se recomienda 3 aplicaciones de aceite comestible a los pistilos frescos en estado de pincel. La primera aplicación se realiza cuando una tercera parte de las plantas tengan pistilos; la segunda y tercera a los 8 y 15 días después de la primera, respectivamente; por cada aplicación se necesitan de 2 a 3 litros de aceite.

Cosecha

El mejor momento para cosechar las mazorcas como choclo es cuando el grano está en estado lechoso, que se logra a los 170 días después de la siembra. La cosecha en grano seco realizarla después de la madurez fisiológica. A partir de esta fase, los granos están expuestos a la pérdida de calidad.

Durante el deshoje (despancado), eliminar las mazorcas que presenten signos de pudrición o presencia de hongos.

No almacenar maíz húmedo en lugares cerrados o poco ventilados, puede ser atacado por hongos que producen sustancias tóxicas peligrosas, tanto para el consumo humano como para la alimentación de animales.

Calidad culinaria

Presenta muy buena calidad, tiene una gran demanda en choclo sancochado, humitas, mote, tamales y tostado.

AGRADECIMIENTO

El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria expresa su reconocimiento y agradecimiento a los investigadores que hicieron posible el desarrollo de la variedad Maíz INIA 603 - Choclero en las personas de:

Dr. Luis Narro León, Dr. Miguel Barandiarán Gamarra, Ing. M.Sc. Alexander Chávez, Ing. Pedro Injante Silva, Ing. Walter Abanto Chávez, Ing. Alicia Medina Hoyos, personal técnico y auxiliar del ex - Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz de la Estación Experimental Baños del Inca - Cajamarca.

Amigo Agricultor

- Si quieres obtener mayor ganancia de tu chacra, produce Choclo y grano de la nueva variedad Maíz INIA 603 - Choclero.
- Siempre utiliza semilla de buena calidad.
- Si tienes problemas en tus cultivos consulta a los especialistas de la Estación Experimental Agraria - Baños del Inca del INIA.

Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca

Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca. Apartado Postal 169
Telefax: (076) 838386 E-mail: binca@inia.gob.pe



Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1
Telefax: 349-5631 / 349-5625
<http://www.inia.gob.pe> E-mail: publico@inia.gob.pe

ECOFER ALGAS MAX

BIOESTIMULANTE FITOHORMONAL

DESCRIPCIÓN:

ECOFER ALGAS MAX Es un bioestimulante, a base de extractos de algas marinas del litoral peruano Lessonia (Aracantos), y Macrocystis (Sargazos) además de Fucus y Laminaria, micronizadas y filtradas, y sometidas a biotransformación microbiana, para recuperar una amplia gama de bioelicitores o moleculares fenólicas con actividad biológica, que integran las vías metabólicas de regulación del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas. Además está enriquecido con quelatos de microelementos, aminoácidos, carbohidratos y extra Zinc y Molibdeno.

COMPOSICIÓN QUÍMICA: p/v

Extracto de Algas Marinas.....	80 %
Fitohormonas Citoquinicas	4.0 UI /L
Fitohormona Giberelinas	8.0 UI /L
Fitohormona Auxinicas	12.0 UI /L
Ficocoloides:(Alginatos y Manitol)	25 – 35 mg/L
Carbohidratos totales	10 g/L
Aminoácidos libres	3 g/L
Zinc (ZnO)	3 %
Molibdeno (MoO ₂)	1 %
Metalosatos de aminoácidos naturales	15%

UI es una unidad de medida de la cantidad de extracto hormonal, basada en su actividad biológica medida con respecto a la molécula sintética. Es decir 100 UI equivale a la misma actividad de 100 mg/L o 100 ppm de la molécula sintética

BENEFICIOS:

- Estimula el calibre y forma del fruto para mejorar la división o alargamiento de células, el transporte y acumulación de fotosintatos.
- Mejora la cantidad, tamaño y coloración de frutos, promoviendo la maduración.
- Se aplica vía fertirriego como solución enraizante y la función bioestimulante ayuda a potenciar las raíces y el desarrollo.

MARCA: ECOFERTILIZING S.A.C.

ORIGEN: Perú

DURACIÓN: 3 años

PH 100% T_{20-25°C} 5.5 - 6.5

DENSIDAD: 1.15 – 1.23 g/mL

FULVICOS 40

ÁCIDOS FÚLVICOS

DESCRIPCIÓN:

FULVICOS 40 es una enmienda orgánica soluble, procesada a partir de leonardita que proporciona complejos de agrupaciones macromoleculares con una concentración alta de ácidos fúlvicos, las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo para obtener un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas y como consecuencia en su crecimiento.

COMPOSICIÓN QUÍMICA: p/v

Ácidos fúlvicos	40%
Carbono orgánico	40.0%
Materia orgánica	50.0%
Nitrógeno	2.5%
Relación C/N	16

BENEFICIOS:

- Su contenido en ácidos fúlvicos lo hace muy eficaz en suelos con problemas estructurales. Esponja la tierra ablandando los suelos duros y floculando los suelos y arenosos.
- Actúa uniéndose a partículas de arcilla y caliza disgregándose, haciendo que las raíces puedan penetrar mucho mejor.
- Producen una mejora en la estructura y en la oxigenación del suelo, provocando el desbloqueo de nutrientes, mejorando

su capacidad de intercambio iónico y estimulando la vida de los microorganismos.

MARCA: ECOFERTILIZING S.A.C.

ORIGEN: Perú

DURACIÓN: 3 años

PH 100%: 4.5 - 5.5

DENSIDAD: 1.0 - 1.1 g/mL

DOSIS Y APLICACIONES:

CULTIVOS	DOSIS / ha	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vid	15 – 20L	Aplicar desde el brote y repetir cada 20 días hasta el crecimiento del racimo.
Espárrago	10 – 20L	Al trasplante e inicio del crecimiento vegetativo hasta 90 días en intervalos de 20 días.

ECOAMIN 20

AMINOÁCIDO Y PROTEINATOS

DESCRIPCIÓN:

ECOAMIN 20 es un concentrado de aminoácidos de rápida asimilación formulado a base de L- α -aminoácidos activados obtenidos por hidrólisis enzimática de proteínas. Funciona como un bioestimulante de alta disponibilidad para lograr una mayor movilidad de los nutrientes y estimular un aumento en la capacidad del sistema radicular y biomasa foliar.

COMPOSICIÓN QUÍMICA: p/v

Aminoácidos totales..... 20%
 Nitrógeno (N)..... 4%

Lisina	0.64%	Metionina	0.49%	Arginina	1.99%
Histidina	0.87%	Fenilalanina	2.19%	Ácido glutámico	6.09%
Ácido aspártico	3.39%	Leucina	1.88%	Treonina	2.59%
Prolina	3.38%	Isoleucina	1.12%	Serina	2.50%
Glicina	5.25%	Tirosina	0.23%	Alanina	2.92%
Cisteína	2.46%	Valina	3.12%		

BENEFICIOS:

- Puede ser aplicado al suelo para estimular una brotación uniforme de raíces aumentando la masa radicular y/o en aplicaciones foliares para proveer los nutrientes y la energía necesaria para activar la brotación uniforme de las yemas foliares y florales.
- Provee los nutrientes y la energía necesaria para ayudar a las plantas a mejorar el movimiento de los carbohidratos y proteínas por lo que estimula el crecimiento.

MARCA: ECOFERTILIZING S.A.C.

ORIGEN: Perú

DURACIÓN: 3 años

PH 100%: 5.5 - 6.5

DENSIDAD: 1.12 – 1.15 g/mL

DOSIS Y APLICACIONES:

CULTIVOS	DOSIS / 200L AGUA	DOSIS / ha	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vid	2.5L	4 – 5 L	Aplicar desde el brote y repetir cada 20 días hasta el crecimiento del racimo.
Espárrago	2.5L	4 – 5L	Al trasplante e inicio del crecimiento vegetativo hasta 90 días en intervalos de 20 días.
Tomate, ají, páprika y pimiento	2 – 2.5L	3 – 4L	Desde el crecimiento hasta la floración, repetir cada 15 a 20 días hasta la fructificación y aplicar 2 veces.

HUMICOS 40

ÁCIDOS HÚMICOS

DESCRIPCIÓN:

HUMICOS 40 es una enmienda orgánica soluble, procesada a partir de leonardita que proporciona complejos de agrupaciones macromoleculares con una concentración alta de ácidos húmicos, las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo para obtener un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas y como consecuencia en su crecimiento.

COMPOSICIÓN QUÍMICA: p/v

Ácidos húmicos	40%
Carbono orgánico	40.0%
Materia orgánica	50.0%
Nitrógeno	2.5%
Relación C/N	16

BENEFICIOS:

- Su contenido en ácidos húmicos lo hace muy eficaz en suelos con problemas estructurales. Esponja la tierra ablandando los suelos duros y floculando los suelos y arenosos.
- Actúa uniéndose a partículas de arcilla y caliza disgregándose, haciendo que las raíces puedan penetrar mucho mejor.
- Producen una mejora en la estructura y en la oxigenación del suelo, provocando el desbloqueo de nutrientes, mejorando su capacidad de intercambio iónico y estimulando la vida de los microorganismos.

MARCA: ECOFERTILIZING S.A.C.

ORIGEN: Perú

DURACIÓN: 3 años

PH 100%: 4.5 - 5.5

DENSIDAD: 1.0 - 1.1 g/mL

DOSIS Y APLICACIONES:

CULTIVOS	DOSIS / ha	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vid	15 – 20L	Aplicar desde el brote y repetir cada 20 días hasta el crecimiento del racimo.
Espárrago	10 – 20L	Al trasplante e inicio del crecimiento vegetativo hasta 90 días en intervalos de 20 días.

Anexo 4. Costos de producción para el tratamiento 1 y 2.

ESTRUCTURA DE COSTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS (CD)				S/. 5041
Semilla certificada INIA-603	Kilogramo	60	15	900
Ácido húmico	Litro	60	17.1	1026
Pesticidas	Litro	2	250	500
Urea	Kilogramo	375	2.6	975
Arado	Jornal	5	40	200
Nivelado	Jornal	5	40	200
Surcado	Jornal	7	40	280
Siembra	Jornal	3	40	120
Fertilización	Jornal	3	40	120
Deshierbo	Jornal	5	40	200
Aporque	Jornal	5	40	200
Control fitosanitario	Jornal	3	40	120
Recolección de mazorcas	Jornal	3	40	120
Transporte	Jornal	2	40	80
II. COSTOS INDIRECTOS (CI)				S/. 260
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Asistencia técnica	Unidad	2	100	200
COSTO TOTAL				S/. 5301

Anexo 5. Costos de producción para el tratamiento 3 y 4.

ESTRUCTURA DE COSTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS (CD)				S/. 5095.6
Semilla certificada INIA-603	Kilogramo	60	15	900
Ácido fúlvico	L	60	18.01	1080.6
Urea	Kilogramo	375	2.6	975
Pesticidas	L	2	250	500
Arado	Jornal	5	40	200
Nivelado	Jornal	5	40	200
Surcado	Jornal	7	40	280
Siembra	Jornal	3	40	120
Fertilización	Jornal	3	40	120
Deshierbo	Jornal	5	40	200
Aporque	Jornal	5	40	200
Control fitosanitario	Jornal	3	40	120
Recolección de mazorcas	Jornal	3	40	120
Transporte	Jornal	2	40	80
II. COSTOS INDIRECTOS (CI)				S/. 260
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Asistencia técnica	Unidad	2	100	200
COSTO TOTAL				S/. 5355.6

Anexo 6. Costos de producción para el tratamiento 5 y 6.

ESTRUCTURA DE COSTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS (CD)				S/. 4615.704
Semilla certificada INIA-603	Kilogramo	60	15	900
Extracto de algas	Litro	8	75.088	600.704
Urea	Kilogramo	375	2.6	975
Pesticidas	Litro	2	250	500
Arado	Jornal	5	40	200
Nivelado	Jornal	5	40	200
Surcado	Jornal	7	40	280
Siembra	Jornal	3	40	120
Fertilización	Jornal	3	40	120
Deshierbo	Jornal	5	40	200
Aporque	Jornal	5	40	200
Control fitosanitario	Jornal	3	40	120
Recolección de mazorcas	Jornal	3	40	120
Transporte	Jornal	2	40	80
II. COSTOS INDIRECTOS (CI)				S/. 260
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Asistencia técnica	Unidad	2	100	200
COSTO TOTAL				S/. 4875.704

Anexo 7. Costos de producción para el tratamiento 7 y 8.

ESTRUCTURA DE COSTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS (CD)				S/. 4534.232
Semilla certificada INIA-603	Kilogramo	60	15	900
Aminoácidos	Litro	8	64.904	519.232
Urea	Kilogramo	375	2.6	975
Pesticidas	Litro	2	250	500
Arado	Jornal	5	40	200
Nivelado	Jornal	5	40	200
Surcado	Jornal	7	40	280
Siembra	Jornal	3	40	120
Fertilización	Jornal	3	40	120
Deshierbo	Jornal	5	40	200
Aporque	Jornal	5	40	200
Control fitosanitario	Jornal	3	40	120
Recolección de mazorcas	Jornal	3	40	120
Transporte	Jornal	2	40	80
II. COSTOS INDIRECTOS (CI)				S/. 260
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Asistencia técnica	Unidad	2	100	200
COSTO TOTAL				S/. 4794.232

Anexo 8. Datos promedio de los parámetros evaluados

Bioestimulante	Momento de aplicación	Bloque	Altura de planta (cm)	Altura de inserción con la mazorca (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Diámetro de la Mazorca con brácteas (cm)	Longitud de la Mazorca con brácteas (cm)	Diámetro de la mazorca sin brácteas (cm)	Longitud de la mazorca sin brácteas (cm)	Cantidad de hojas	Periodo hasta floración masculina (días)	Periodo hasta la floración femenina (días)	Cantidad mazorcas	Peso de mazorca con brácteas (Kg)	Peso de mazorca sin brácteas (Kg)
B1	M1	1	278	150	20.8	9.25	35.80	7.2	22.8	16	70	87	1	0.625	0.398
B1	M1	2	256	134	17.5	8.45	32.60	6.8	22.6	15	72	86	1	0.543	0.345
B1	M1	3	230	124	16.27	8.7	30.50	6.7	21.5	15	70	88	1	0.567	0.369
B1	M1	4	245	120	20.86	8.67	31.60	6.3	20.6	14	74	83	2	0.543	0.345
B1	M2	1	215	118	19.9	8.8	33.48	7	23	16	71	83	2	0.58	0.382
B1	M2	2	198	118	18.65	8.12	28.36	6.4	20	15	72	84	2	0.51	0.312
B1	M2	3	205	124	17.23	8.05	31.30	6.5	22	14	72	83	2	0.503	0.305
B1	M2	4	176	134	16.4	7.3	32.60	6	19	14	71	84	1	0.432	0.234
B2	M1	1	267	124	17.92	6.6	31.00	5.9	19	14	72	90	2	0.358	0.178
B2	M1	2	205	126	16.2	6.2	30.40	5.6	15.6	13	72	88	1	0.322	0.152
B2	M1	3	226	130	19.4	6.9	31.70	5.7	16.3	14	71	87	2	0.392	0.194
B2	M1	4	196	109	17.43	7.3	28.30	6	16	13	70	85	2	0.434	0.236
B2	M2	1	177	111	16.89	7.8	29.20	6.4	15	12	74	84	1	0.481	0.283
B2	M2	2	195	107	18.2	7.6	28.50	6.3	15	12	73	85	1	0.477	0.279
B2	M2	3	192	120	17.4	7.7	27.60	6.6	16.5	12	74	86	2	0.455	0.257
B2	M2	4	170	102	17.45	6.9	27.50	5.7	17	12	75	88	1	0.386	0.188
B3	M1	1	234	133	17.32	8.3	26.60	6.7	18	14	75	85	1	0.532	0.33
B3	M1	2	188	132	17.67	6.4	30.70	6.5	14	14	73	88	1	0.345	0.148
B3	M1	3	224	124	18.65	7.3	29.30	5.8	14	13	71	87	1	0.435	0.205
B3	M1	4	215	126	19.02	6.7	30.60	5.1	15.6	12	72	90	1	0.372	0.174
B3	M2	1	184	130	18.2	6.3	26.70	5.3	16.2	11	72	86	1	0.39	0.193
B3	M2	2	162	122	18.78	6.9	29.50	5.5	14.8	13	70	86	1	0.4	0.202
B3	M2	3	190	112	17.85	7	28.70	5	13.65	13	71	85	1	0.45	0.252
B3	M2	4	168	108	20.27	7.5	28.00	5.4	13	12	74	84	2	0.452	0.254
B4	M1	1	240	125	17.92	7.6	28.60	6	13.6	13	74	88	1	0.465	0.268
B4	M1	2	235	122	16.64	7.3	28.80	6.2	13.8	12	73	86	1	0.43	0.232
B4	M1	3	210	116	16.9	7	31.00	5.9	16	14	74	85	1	0.411	0.213
B4	M1	4	198	110	18.76	6.8	29.60	5.5	14.6	13	74	89	1	0.388	0.192
B4	M2	1	176	102	19.33	7.8	31.40	5.8	16.4	12	72	90	1	0.48	0.282
B4	M2	2	165	113	19.41	6.7	30.30	5.4	15.3	12	71	89	2	0.375	0.179
B4	M2	3	180	116	16.66	6.5	29.05	5.3	17	12	73	89	1	0.355	0.158
B4	M2	4	164	119	17.05	6.3	30.57	5	16.9	12	73	86	2	0.332	0.138

APENDICES

Apéndice 1

Preparación del terreno y siembra del maíz



Apéndice 2

Deshierbo y aplicación de fungicidas y pesticidas



Apéndice 3

Aplicación de bioestimulantes



Apéndice 4

Evaluación de parámetros agronómicos



Apéndice 5

Evaluación de parámetros

