

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de
maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito de
Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTORES:

Bach. Guivar Delgado, Jeyser

Bach. Llamó Silva, Walter Roni

ASESOR:

M. Sc. Padilla Pérez, Adolfo

Lambayeque – Perú

Fecha de Sustentación: 10 de febrero 2026

Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024

POR:

Guivar Delgado, Jeyser

Llamo Silva, Walter Roni

Presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para optar el Título Profesional de:

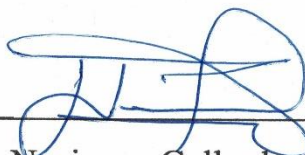
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:



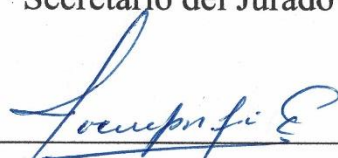
Dr. Celada Becerra, Américo

Presidente del Jurado



Dr. Neciosup Gallardo, José Avercio

Secretario del Jurado



Dr. Vega Figueroa, Edgar Elí

Vocal del Jurado



M. Sc. Padilla Pérez, Adolfo

Asesor

LAMBAYEQUE, 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°011-2026-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los 10 días del mes de febrero del año dos mil veintiséis, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada: **“Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024”**, mediante Resolución N°217-2023-D-FAG, de fecha 04 de diciembre del 2023, se nombra jurado y con Resolución N°096-2024-D-FAG de fecha 29 de abril del 2024 se autoriza la aprobación del Proyecto de tesis; con Resolución N°310-2025-D-FAG de fecha 10 de diciembre del 2025, se resuelve Ampliar, POR ÚNICA VEZ, el plazo por el lapso de seis (06) meses, a partir del 30 de octubre del 2025 hasta el 30 de abril del 2026; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ing. Américo Celada Becerra	Presidente
Dr. Ing. José Avercio Neciosup Gallardo	Secretario
Dr. Edgar Eli Vega Figueroa	Vocal
M.Sc. Ing. Adolfo Padilla Pérez	Patrocinador

El acto de Programación de Sustentación fue autorizado por **RESOLUCIÓN N°009-2026-D-FAG**, de fecha 21 de enero del 2026.


La tesis fue presentada y sustentada por el/la Bachiller **LLAMO SILVA WALTER RONI** tuvo una duración de 90 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17 en la escala vigesimal, con mención.....

- BUENO -

Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12.40, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Ing. Américo Celada Becerra
 Presidente


Dr. Ing. José Avercio Neciosup Gallardo
 Secretario


Dr. Edgar Eli Vega Figueroa
 Vocal


M.Sc. Ing. Adolfo Padilla Pérez
 Patrocinador

Observación:

.....

20/02/26



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°010-2026-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los 10 días del mes de febrero del año dos mil veintiséis, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada: **“Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024”**, mediante Resolución N°217-2023-D-FAG, de fecha 04 de diciembre del 2023, se nombra jurado y con Resolución N°096-2024-D-FAG de fecha 29 de abril del 2024 se autoriza la aprobación del Proyecto de tesis; con Resolución N°310-2025-D-FAG de fecha 10 de diciembre del 2025 se resuelve Ampliar, POR ÚNICA VEZ, el plazo por el lapso de seis (06) meses, a partir del 30 de octubre del 2025 hasta el 30 de abril del 2026; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ing. Américo Celada Becerra	Presidente
Dr. Ing. José Avercio Neciosup Gallardo	Secretario
Dr. Edgar Eli Vega Figueroa	Vocal
M.Sc. Ing. Adolfo Padilla Pérez	Patrocinador

El acto de Programación de Sustentación fue autorizado por **RESOLUCIÓN N°009-2026-D-FAG**, de fecha 21 de enero del 2026.

La tesis fue presentada y sustentada por el/la Bachiller **GUIVAR DELGADO JEYSER** tuvo una duración de 90 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17 en la escala vigesimal, con mención.....

- BUENO -

Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:40, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.



 Dr. Ing. Américo Celada Becerra
 Presidente


 Dr. Ing. José Avercio Neciosup Gallardo
 Secretario


 Dr. Edgar Eli Vega Figueroa
 Vocal


 M.Sc. Ing. Adolfo Padilla Pérez
 Patrocinador

Observación:

 10/01/2026

.....

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Adolfo Padilla Pérez, en mi calidad de asesor de la tesis titulada: “**Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 – 2024**”, elaborada por los Bachilleres **Jeysler Guivar Delgado** y **Walter Roni Llamo Silva**, certifico que, tras una revisión exhaustiva del documento, se verificó un índice de similitud del 17%, según el reporte generado por el programa Turnitin.

Luego de analizar detenidamente dicho reporte, concluyo que las coincidencias identificadas no constituyen plagio. Asimismo, afirmo que la tesis cumple con las normas vigentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo respecto al uso adecuado de citas y referencias

Lambayeque, mayo de 2026



M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor

Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

repositorio.undac.edu.pe



M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor

8	Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
10	gestion.edifarm.com.ec Fuente de Internet	<1 %
11	hortus-resources.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to ucss Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
16	Christian Eraso Insuasty, Jairo Acosta Rodríguez, Claudia Salazar González, Carlos Betancourth García. "Evaluación de cepas de Trichoderma spp. para el manejo del amarillamiento de arveja causado por Fusarium oxysporum", Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 2014 Publicación	<1 %



M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor

17	repositorio.unah.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	<1 %
20	Silvia Luna-Luna, J. Raymundo Enríquez-del Valle, Gerardo Rodríguez-Ortiz, José C. Carrillo-Rodríguez et al. "ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA DE PLANTAS MICROPROPAGADAS-ACLIMATADAS DE <i>Agave potatorum</i> Zucc. FERTIRRIGADAS EN VIVERO", Revista Fitotecnia Mexicana, 2017 Publicación	<1 %
21	www.elergonomista.com Fuente de Internet	<1 %
22	agritrop.cirad.fr Fuente de Internet	<1 %
23	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
25	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor

26	Yamil Cartagena Ayala. "Eficiencia del uso de abonos verdes y urea en el cultivo de maíz de valles altos: abonos verdes en maíz", ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 2021 Publicación	<1 %
27	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
29	Otroshy, Mahmoud. "Utilization of Tissue Culture Techniques in a Seed Potato Tuber Production Scheme.", Wageningen University and Research, 2021 Publicación	<1 %
30	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
31	Morales, Elisabet Segredo. "Hidrogeles Bioactivos para la Regeneracion osea en Osteoporosis", Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain), 2022 Publicación	<1 %
32	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
33	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %



M. Sc. Adolfo Fadilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jeyser Guivar Delgado Y Walter Roni Llamó Silva
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de ...
Nombre del archivo: Informe_tesis_Geyser_y_Roni_Parafraseado_okok.docx
Tamaño del archivo: 13.96M
Total páginas: 172
Total de palabras: 26,885
Total de caracteres: 139,321
Fecha de entrega: 06-ene-2026 09:18p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2853426012

M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor

 UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO 
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de
maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en el distrito
de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024**

TESIS
Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR
Jeyser Guivar Delgado
Walter Roni Llamó Silva

ASESOR
M. Sc. Ing. Adolfo Padilla Pérez

Lambayeque – Perú
2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, cuya sabiduría y fortaleza me han acompañado en cada etapa de este proceso académico, permitiéndome llegar a una de las metas más significativas de mi formación profesional.

A mis padres, por ser el sostén y ejemplo constante en mi formación, por su confianza, apoyo incondicional y por brindarme las oportunidades necesarias para continuar adelante.

Extiendo también mi gratitud a todas las personas que, con su orientación y conocimientos, contribuyeron de manera significativa al desarrollo de esta investigación.

Guivar Delgado, Jeyser

A Dios, por ser mi guía y mi fortaleza en cada etapa de este proceso académico, y por brindarme la posibilidad de concluir exitosamente esta investigación.

A mis padres, por su amor incondicional y por el esfuerzo y sacrificio que siempre han demostrado para apoyarme en el cumplimiento de mis metas personales y profesionales.

A mis hermanos, cuyo afecto, comprensión y aliento constante me motivaron a perseverar frente a las dificultades y alcanzar mis objetivos.

Llamo Silva, Walter Roni

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez, docente asesor y patrocinador de esta investigación, por su constante orientación, compromiso y valiosas sugerencias que contribuyeron al desarrollo y culminación de este trabajo. Su confianza y apoyo fueron fundamentales para alcanzar este logro académico.

Expresamos igualmente nuestro agradecimiento a los docentes de la Facultad de Agronomía de la UNPRG, quienes, con su enseñanza y compromiso, contribuyeron de manera significativa al fortalecimiento de nuestra formación profesional durante toda la carrera.

Agradecemos profundamente a nuestros padres, pilares esenciales de nuestra vida, por su apoyo incondicional, esfuerzo constante y motivación en cada etapa de nuestra formación académica y personal.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento al personal administrativo y técnico de la Facultad de Agronomía, así como a todas aquellas personas que, de forma directa o indirecta, aportaron su apoyo para llevar a cabo esta investigación.

Guivar Delgado, Jeyser

Llamo Silva, Walter Roni

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el caserío Chugur, distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante la campaña agrícola 2023–2024. Se evaluó el efecto de tres bioestimulantes Big-Hor, Pyllum Gold y Triggrr aplicados en diferentes dosis sobre el rendimiento y calidad del maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar con trece tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas de los bioestimulantes sobre las variables agronómicas y de calidad. Big-Hor a 2.0 L/ha obtuvo el mayor rendimiento de mazorca con 5.25 t/ha, superando ampliamente al testigo que alcanzó 2.89 t/ha. Las variables que más contribuyeron al rendimiento fueron el número de hileras (11.22), el número de granos por hilera (23.31) y el peso de 100 granos (49.77 g). En relación con la calidad, con el uso de bioestimulantes se obtuvo una longitud promedio de mazorca de 16.35 cm y un diámetro de 5.37 cm, mientras que el bioestimulante Pyllum Gold a 2.0 L/ha registró el mayor contenido de antocianinas en la coronta con 4.88%. El análisis económico determinó que Big-Hor a 2.0 L/ha presentó la mayor rentabilidad, generando un beneficio neto de S/ 14300.00 e índice de rentabilidad de 2.13.

Palabras clave: bioestimulantes, maíz morado, rendimiento, antocianinas, rentabilidad.

Abstract

Effect of three biostimulants on the yield and quality of purple corn (*Zea mays* L.) variety INIA 601 in the district of Cutervo - Cajamarca, 2023–2024.

This study was conducted in the hamlet of Chugur, Cutervo district and province, Cajamarca region, during the 2023–2024 growing season. The effect of three biostimulants—Big-Hor, Pyllum Gold, and Triggrr—applied at different doses on the yield and quality of purple maize (*Zea mays* L.) variety INIA 601 was evaluated. A Randomized Complete Block Design with thirteen treatments and four replications was used. The results showed statistically significant differences among the biostimulants in the agronomic and quality variables. Big-Hor at 2.0 L/ha resulted in the highest ear yield at 5.25 t/ha, significantly exceeding the control, which reached 2.89 t/ha. The variables that contributed most to yield were the number of rows (11.22), the number of kernels per row (23.31), and the 100-kernel weight (49.77 g). Regarding quality, the use of biostimulants resulted in an average ear length of 16.35 cm and a diameter of 5.37 cm, while the biostimulant Pyllum Gold at 2.0 L/ha showed the highest anthocyanin content in the cob at 4.88%. The economic analysis determined that Big-Hor at 2.0 L/ha presented the highest profitability, generating a net profit of S/ 14300.00 and a profitability index of 2.13.

Key words: biostimulants, purple corn, yield, anthocyanins, profitability.

Índice

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Abstract

Índice

Índice de tablas

Índice de figuras

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	DISEÑO TEÓRICO	4
2.1.	Antecedentes de la investigación	4
2.2.	Bases teóricas.....	5
2.3.	Bases conceptuales	15
III.	DISEÑO METODOLÓGICO	17
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	17
3.2.	Diseño de investigación.....	17
3.3.	Localización.....	17
3.4.	Población y muestra.....	21
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.6.	Procedimientos.....	22
3.7.	Plan de procesamiento y análisis de datos.....	28
3.8.	Matriz de consistencia.....	30
IV.	RESULTADOS	32
4.1.	ANOVA de las variables agronómicas evaluadas	32
4.2.	Calidad de maíz morado	63
4.3.	Estudio económico.....	70
V.	CONCLUSIONES	73
VI.	RECOMENDACIONES	74
VII.	REFERENCIAS.....	75
VIII.	ANEXOS.....	77

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables.</i>	15
Tabla 2. <i>Registro climatológico de la estación meteorológica SENAMHI – Cutervo (2023–2024).</i>	19
Tabla 3. <i>Análisis físico – químico del suelo. Caserío Chugur – Cutervo, 2023.</i>	20
Tabla 4. <i>Tratamientos en estudio, bioestimulantes y dosis de aplicación.</i>	22
Tabla 5. <i>Modelo general del ANOVA para el diseño factorial.</i>	29
Tabla 6. <i>Matriz de consistencia.</i>	30
Tabla 7. <i>ANOVA. Cuadrados medios de las variables agronómicas evaluadas.</i>	33
Tabla 8. <i>Rendimiento de mazorca en t/ha, según bioestimulantes por el testigo.</i>	34
Tabla 9. <i>Rendimiento de mazorca en t/ha, según bioestimulantes.</i>	34
Tabla 10. <i>Rendimiento mazorca en t/ha, según dosis de aplicación.</i>	35
Tabla 11. <i>Rendimiento de mazorca en t/ha, según combinaciones.</i>	36
Tabla 12. <i>Rendimiento de grano (t/ha), según bioestimulantes y el testigo.</i>	37
Tabla 13. <i>Rendimiento de grano en t/ha, según bioestimulantes.</i>	37
Tabla 14. <i>Rendimiento de grano en t/ha, según dosis.</i>	38
Tabla 15. <i>Rendimiento de grano en t/ha, según combinaciones.</i>	39
Tabla 16. <i>Rendimiento coronta en t/ha, según bioestimulantes y el testigo.</i>	40
Tabla 17. <i>Rendimiento de coronta en t/ha, según bioestimulantes.</i>	40
Tabla 18. <i>Rendimiento de coronta en t/ha, según dosis.</i>	41
Tabla 19. <i>Rendimiento coronta en t/ha, según combinaciones.</i>	42
Tabla 20. <i>Altura de mazorca en metros, según bioestimulantes versus testigo.</i>	43
Tabla 21. <i>Altura de mazorca (m), según bioestimulantes.</i>	43
Tabla 22. <i>Altura mazorca en metros, según dosis.</i>	44

Tabla 23. <i>Altura mazorca (m), según combinaciones.</i>	45
Tabla 24. <i>Altura de planta (m), según bioestimulantes versus testigo.</i>	46
Tabla 25. <i>Altura de planta (m), según bioestimulantes.</i>	46
Tabla 26. <i>Altura de planta (m), según dosis.</i>	47
Tabla 27. <i>Altura de planta (m), según combinaciones.</i>	48
Tabla 28. <i>Área foliar (cm²), según bioestimulantes versus testigo.</i>	49
Tabla 29. <i>Área foliar (cm²), según bioestimulantes.</i>	49
Tabla 30. <i>Área foliar (cm²), según dosis.</i>	50
Tabla 31. <i>Área foliar (cm²), según combinaciones.</i>	51
Tabla 32. <i>Número de hileras por mazorca, según bioestimulantes versus testigo.</i>	52
Tabla 33. <i>Número de hileras por mazorcas, según bioestimulantes.</i>	52
Tabla 34. <i>Número de hileras por mazorca, según dosis.</i>	53
Tabla 35. <i>Nº de hileras/mazorca, según combinaciones.</i>	54
Tabla 36. <i>Número de granos por hilera, según bioestimulantes y el testigo.</i>	55
Tabla 37. <i>Número de granos por hilera, según bioestimulantes.</i>	55
Tabla 38. <i>Número de granos por hilera, según dosis.</i>	56
Tabla 39. <i>Número de granos por hilera, según combinaciones.</i>	57
Tabla 40. <i>Peso de 100 granos (g), según bioestimulantes y el testigo.</i>	58
Tabla 41. <i>Peso de 100 granos (g), según bioestimulantes.</i>	58
Tabla 42. <i>Peso de 100 granos (g), según dosis.</i>	59
Tabla 43. <i>Peso de 100 granos (g), según combinaciones.</i>	60
Tabla 44. <i>Porcentaje pudrición de mazorca (%), según bioestimulante y el testigo.</i>	61
Tabla 45. <i>Porcentaje pudrición de mazorca (%), según bioestimulantes.</i>	61
Tabla 46. <i>Porcentaje pudrición de mazorca (%), según dosis.</i>	62
Tabla 47. <i>% pudrición de mazorca, según combinaciones.</i>	63

Tabla 48. <i>Tamaño de mazorca variedad INIA 601.</i>	63
Tabla 49. <i>Longitud de mazorca (cm), según bioestimulantes versus testigo.</i>	64
Tabla 50. <i>Longitud de mazorca (cm), según bioestimulantes.</i>	65
Tabla 51. <i>Longitud de mazorca (cm), según dosis.</i>	65
Tabla 52. <i>Longitud de mazorca (cm), según combinaciones.</i>	66
Tabla 53. <i>Diámetro mazorca (cm), según bioestimulantes versus testigo.</i>	67
Tabla 54. <i>Diámetro de mazorca (cm), según bioestimulantes.</i>	67
Tabla 55. <i>Diámetro de mazorca (cm), según dosis.</i>	68
Tabla 56. <i>Diámetro mazorca (cm), según combinaciones.</i>	69
Tabla 57. <i>Contenido de antocianinas de la coronta, según combinaciones.</i>	70
Tabla 58. <i>Estudio económico.</i>	72

Índice de figuras

Figura 1. <i>Mapa satelital de Cutervo.</i>	18
Figura 2. <i>Distribución de los tratamientos en el campo experimental.</i>	24

I. INTRODUCCIÓN

El maíz morado peruano (*Zea mays* L.) es una variedad amilácea cuyo origen se remonta a tiempos prehispánicos, derivada de la raza ancestral Kculli, única en el mundo por su alto contenido de antocianinas, pigmentos naturales responsables de su color característico. Estas sustancias bioactivas poseen múltiples propiedades funcionales, entre ellas efectos antioxidantes, anticancerígenos y estimulantes del sistema inmunológico, lo que convierte a este cultivo en un alimento funcional de gran valor. Además, su aplicación como colorante natural ha despertado un creciente interés en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética, lo que incrementa su relevancia económica y su potencial de desarrollo (MIDAGRI, 2021).

Asimismo, investigaciones recientes han demostrado que dicha especie presenta el mayor contenido de antocianinas entre los colorantes vegetales conocidos, superando a otros productos naturales que también las poseen. Esta característica lo convierte en una opción viable y de gran potencial frente a los colorantes sintéticos y artificiales, algunos de los cuales podrían generar efectos negativos en la salud humana (INIA, 2022).

Durante la campaña agrícola 2023-2024 en la región Cajamarca, se cultivaron 1,500 has de maíz morado, principalmente en las provincias de San Marcos, Cajabamba, Celendín, Contumazá, San Miguel y Cajamarca. El rendimiento promedio es de 3,500 kg/ha, resultando una producción de 5,250 toneladas y la rentabilidad se estimó en 10,000 soles por hectárea, consolidando al maíz morado como un cultivo estratégico en la región Cajamarca (Medina, 2024).

Sin embargo, la productividad del maíz morado aún puede incrementarse, ya que existen diversas causas que limitan su rendimiento y afectan la calidad del producto cosechado. Entre los principales factores se encuentran la siembra en terrenos de escasa

fertilidad y limitada capacidad productiva, La aplicación inadecuada de prácticas de fertilización y abonamiento, junto con el empleo de semillas de baja calidad y variedades con limitado potencial de rendimiento. No obstante, estos factores pueden superarse mediante la aplicación de prácticas agrícolas eficientes, lo que representaría un beneficio tanto para los agricultores como para los consumidores (INIA, 2022).

El uso de bioestimulantes agrícolas se ha convertido en una alternativa sostenible y complementaria dentro del manejo nutricional de los cultivos. Estos productos, formulados a base de extractos vegetales, aminoácidos, ácidos húmicos, algas marinas, microorganismos benéficos y otras sustancias naturales, actúan estimulando los procesos fisiológicos del maíz, mejorando la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y el desarrollo radicular. Diversas investigaciones han señalado que el uso de bioestimulantes contribuye significativamente al incremento de la productividad y calidad del maíz morado, reduciendo al mismo tiempo la dependencia de fertilizantes químicos convencionales y promoviendo un trabajo agrícola más eficiente y respetuosa con el medio ambiente (Calvo et al., 2014; du Jardin, 2015).

A pesar del potencial agronómico y económico del maíz morado, aún persisten limitaciones que restringen su productividad, atribuibles a diversos factores de manejo y tecnológicos. En ese sentido, la UNPRG y el INIA han emprendido trabajos conjuntos orientados a desarrollar investigaciones que desarrollen tecnologías adecuadas para incrementar el rendimiento del maíz morado en la sierra norte del Perú. En función de ello, se formularon los objetivos de la presente investigación.

Objetivo general:

- Determinar el efecto de tres bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad del maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601, cultivado en el distrito de Cutervo, Cajamarca, durante la campaña agrícola 2023–2024.

Objetivos específicos:

- Evaluar las características biométricas del maíz morado INIA 601 en Cutervo, Cajamarca.
- Identificar la dosis más eficiente de los tres bioestimulantes evaluados sobre el rendimiento del cultivo.
- Evaluar la calidad de mazorca y el contenido de antocianinas del maíz morado producido en Cutervo, Cajamarca.
- Determinar la rentabilidad económica del uso de tres bioestimulantes aplicados en el cultivo de maíz morado en Cutervo, Cajamarca.

II. DISEÑO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Chilcón y Quintos (2024) en su trabajo de investigación a nivel de tesis. Los resultados mostraron que el tratamiento abonado con guano de isla aplicado a una dosis de 1 t/ha alcanzó el más alto rendimiento obteniendo 3.85 t/ha y un índice de rentabilidad de 1.44, demostrando la importancia de la práctica de la fertilización orgánica para incrementar el rendimiento del maíz morado.

Lobato (2024) analizó el impacto del uso de la bioestimulación magnética en semillas de maíz morado INIA 601, observando efectos positivos en la longitud de las mazorcas y en la actividad antioxidante de las brácteas. Además, se identificaron diferencias significativas entre localidades, destacando Cochamarca por su elevado rendimiento y contenido de fenoles.

Zuta (2024) investigó la aplicación del ácido húmico, ácido fúlvico, aminoácidos y extractos de algas, en diferentes periodos de crecimiento y desarrollo del maíz choclero INIA 603 en la región Amazonas. El estudio reportó rendimientos entre 9.65 y 14.23 t/ha, resaltando la eficacia del ácido húmico como promotor del desarrollo y rendimiento del cultivo.

Díaz, A. & Díaz, M. (2023) en su trabajo de investigación a nivel de tesis, demostraron que el tratamiento más eficiente fue con aplicación de Agrostemin (1500 ml/ha) en prefloración, que alcanzó un rendimiento de 4.58 t/ha de mazorca y un 4.08% de antocianinas, superando significativamente al testigo y otros tratamientos.

Mendoza y Anacleto (2022) investigaron el comportamiento de dos híbridos de maíz amarillo duro al bioestimulante Bio-Mass bajo condiciones de estrés hídrico en Lambayeque. Los resultados demostraron que el híbrido INIA 619 alcanzó un rendimiento

de 8,224.1 kg/ha, mientras que el híbrido Dekalb DK 7805 logró 13,125.25 kg/ha en condiciones normales, lo que evidencia el potencial de los bioestimulantes en condiciones adversas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo de maíz morado

El maíz morado (*Zea mays* L.) es un cereal pigmentado andino que acumula en el pericarpio y la coronta cerca de 1756 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de peso fresco, valor superior al del arándano (Cevallos-Casals y Cisneros-Zevallos, 2003). La producción peruana representa el 23 % de la cosecha nacional de maíz y el comercio exterior del grano se expandió aceleradamente entre 1998 y 2002, impulsado por la demanda de pigmentos naturales de las industrias alimentaria, cosmética y textil de Europa y Asia (Lao et al., 2017; Cai et al., 2023).

Las seis antocianinas mayoritarias son cianidina-3-glucósido, pelargonidina-3-glucósido, peonidina-3-glucósido y sus formas maloniladas en C-6 del residuo glucosídico; las formas aciladas representan del 35,6 al 54 % del total y son más estables frente a la degradación térmica y oxidativa (Lao et al., 2017; Cai et al., 2023). Estos pigmentos están aprobados como colorante alimentario E-163 en la Unión Europea y Japón (Lao et al., 2017). Las antocianinas del maíz morado poseen capacidad antioxidante, antiinflamatoria, antimutagénica y antiproliferativa documentada en modelos celulares y animales (Lao et al., 2017).

El grano contiene ácidos fenólicos como protocatéquico, p-cumárico y ferúlico, y flavonoides tipo quercetina, hirsutrina y kaempferol (Pedreschi y Cisneros-Zevallos, 2007). La restricción regulatoria a colorantes sintéticos, la preferencia del consumidor por ingredientes naturales y la riqueza fitoquímica del cultivo favorecen el aprovechamiento integral del maíz morado, incluyendo coronta, brácteas y estigmas (Cai et al., 2023).

El centro de diversidad genética del maíz morado se localiza en los Andes de Sudamérica, donde las razas nativas Kculli, Morado de Caraz, Morado Canteño y Arequipeño han sido seleccionadas por comunidades campesinas a lo largo de milenios para adaptarse a pisos altitudinales y regímenes térmicos diversos. La variedad INIA 601, obtenida por el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú mediante selección recurrente de materiales con alto contenido de antocianinas, fue desarrollada para condiciones de sierra entre 1800 y 2800 m s.n.m., rango que incluye el distrito de Cutervo en la región Cajamarca (Pedreschi y Cisneros-Zevallos, 2007).

La biosíntesis de antocianinas en el maíz sigue la ruta del fenilpropanoide, iniciada con la desaminación de fenilalanina por la fenilalanina amonio liasa y continuada por la acción secuencial de chalcona sintasa, chalcona isomerasa, flavanona 3-hidroxisasa, dihidroflavonol 4-reductasa, antocianidina sintasa y flavonoide 3-O-glucosiltransferasa, cuyo producto final se almacena en las vacuolas celulares (Cai et al., 2023). La regulación transcripcional de estos genes estructurales depende del complejo MBW conformado por factores de transcripción MYB, bHLH y WD-repeat; los reguladores *Booster1* y *Plant color1* determinan la distribución tejido-específica del pigmento en pericarpio, aleurona, coronta y brácteas (Cai et al., 2023). La expresión fenotípica de INIA 601, en términos de rendimiento y calidad pigmentaria, resulta de la interacción de este fondo genético con las condiciones de radiación, temperatura y manejo propias de cada sitio de cultivo.

2.2.2. Fisiología del maíz morado y determinantes del rendimiento

El ciclo ontogénico del maíz comprende etapas vegetativas, designadas desde la emergencia (VE) hasta la aparición de la panoja (VT) conforme al número de hojas con collar visible, y etapas reproductivas que abarcan desde la emisión de estigmas (R1) hasta la madurez fisiológica (R6), identificada por la formación de la capa negra en la base del grano. La transición entre etapas obedece a la acumulación de unidades térmicas de

desarrollo con una temperatura base de 8 a 10 °C, una respuesta lineal hasta 34 °C y un descenso ulterior hasta cesar a 44 °C (Kiniry y Bonhomme, 1991). El tramo entre VE y V6 establece el sistema radicular y el potencial de mazorcas por planta, entre V7 y V12 se fija el número de hileras y se inicia la diferenciación floral, y el intervalo de R1 a R6, que requiere aproximadamente 1500 grados día, define el número de granos fecundados y su peso individual (Abendroth et al., 2011).

La floración constituye el período de mayor vulnerabilidad del cultivo: cualquier desfase entre la liberación de polen y la receptividad estigmática reduce drásticamente la fecundación. Tras la polinización, el grano atraviesa las fases de ampolla, lechosa, pastosa y dentado conforme acumula almidón y pierde humedad hasta valores próximos al 30 o 35 % en R6. El conocimiento preciso de esta secuencia fenológica posibilita la sincronización de las intervenciones de manejo, incluida la aplicación de bioestimulantes, con los momentos de máxima demanda fisiológica (Abendroth et al., 2011; Kiniry y Bonhomme, 1991).

El rendimiento de grano es el producto de cuatro componentes que se definen secuencialmente: número de mazorcas por planta, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso unitario del grano. El primero queda establecido durante las etapas vegetativas tempranas, el segundo se fija entre V7 y V12, el tercero depende de la polinización en R1 y el cuarto refleja la eficiencia de llenado entre R2 y R6 (Abendroth et al., 2011). La multiplicación de estos componentes por la densidad de siembra arroja el rendimiento por unidad de superficie.

El número de granos por mazorca presenta la mayor plasticidad frente al ambiente, pues está condicionado por la sincronía floral y la disponibilidad hídrica durante la antesis. El peso del grano depende de la duración efectiva del llenado y de la tasa de traslocación de fotoasimilados desde las hojas fuente hacia el grano sumidero, relación gobernada por el

área foliar verde remanente y la provisión de nitrógeno durante la fase reproductiva (Kiniry y Bonhomme, 1991).

La nutrición mineral, el régimen hídrico y el manejo agronómico modulan la expresión del potencial productivo del maíz. El nitrógeno es el elemento más demandado cuantitativamente, con una absorción que se intensifica desde V6 y alcanza su máxima tasa en la floración; su disponibilidad durante el llenado sostiene la fotosíntesis y la acumulación de proteína en el endospermo. El fósforo interviene en la transferencia energética y el potasio regula la apertura estomática y el transporte de sacarosa hacia el grano; deficiencias de cualquiera de estos nutrientes durante etapas críticas reducen el área foliar, la eficiencia de intercepción lumínica y el rendimiento final (Abendroth et al., 2011).

El estrés hídrico representa la principal limitante abiótica en sistemas de secano andinos, con efectos que varían según la fenología: durante la floración provoca desecación de estigmas y menor viabilidad del polen, y durante el llenado acorta la duración de la acumulación de reservas. El manejo integral, que comprende densidad y época de siembra, control fitosanitario y oportunidad de aplicación de fertilizantes y bioestimulantes, define el grado en que el genotipo materializa su capacidad productiva bajo las restricciones ambientales del sitio (Kiniry y Bonhomme, 1991).

2.2.3. Bioestimulantes agrícolas

Un bioestimulante vegetal es toda sustancia o microorganismo aplicado a las plantas para mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico o la calidad del cultivo, con independencia de su contenido de nutrientes (du Jardin, 2015). Esta definición, incorporada al Reglamento (UE) 2019/1009, centra la identidad del producto en los efectos agronómicos y no en la composición química ni en un mecanismo de acción específico. Una formulación alternativa lo define como un producto de origen biológico que mejora la productividad vegetal por las propiedades emergentes de sus constituyentes, no por la presencia de nutrientes, reguladores de crecimiento o compuestos protectores conocidos (Yakhin et al., 2017).

Las categorías no microbianas más aceptadas agrupan ácidos húmicos y fúlvicos, hidrolizados de proteínas y aminoácidos libres, extractos de algas marinas y botánicos, quitosano y otros biopolímeros, y compuestos inorgánicos beneficiosos como el silicio; las categorías microbianas comprenden hongos micorrízicos arbusculares, rizobacterias promotoras del crecimiento y endosimbiontes tipo *Rhizobium* (du Jardin, 2015). Estas clases no son mutuamente excluyentes, pues numerosos productos comerciales combinan sustancias de distintas categorías y comparten moléculas bioactivas (Yakhin et al., 2017). El mercado global superó los 1400 millones de dólares en 2014, con tasas de crecimiento anuales superiores al 10 %, impulsado por la necesidad de reducir la dependencia de la fertilización mineral y de sostener la productividad bajo condiciones climáticas cada vez más erráticas (Yakhin et al., 2017).

Los extractos de algas contienen fitohormonas naturales, citoquininas, auxinas y giberelinas, además de polisacáridos como laminarina y alginatos que activan receptores de señalización en la membrana plasmática y desencadenan cascadas mediadas por proteínas quinasas y producción de especies reactivas de oxígeno como moléculas señalizadoras (du

Jardin, 2015). Las sustancias húmicas estimulan las H⁺-ATPasas de la membrana plasmática, lo que acidifica el apoplasto, promueve la elongación celular e incrementa la absorción de nutrientes al mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo (du Jardin, 2015). Los hidrolizados de proteínas aportan aminoácidos que funcionan como precursores de la síntesis proteica, como señalizadores de la adquisición de nitrógeno en raíces y como quelantes de micronutrientes que facilitan su movilidad y absorción (du Jardin, 2015; Yakhin et al., 2017).

Varias categorías comparten el efecto de modificar la arquitectura radicular, incrementando raíces laterales y pelos absorbentes, con lo que se amplía la superficie de contacto raíz-suelo. Bajo estrés, los bioestimulantes inducen acumulación de prolina y betaína, refuerzan enzimas antioxidantes y reducen la peroxidación lipídica, preservando membranas y funcionalidad fotosintética. Este comportamiento opera como un acondicionamiento previo al estrés que se traduce en mayor eficiencia fotosintética y rendimiento (Zhang y Schmidt, 1999; Yakhin et al., 2017).

Los bioestimulantes no microbianos incrementan el rendimiento de los cultivos en campo abierto en torno al 18 %, con variaciones según la categoría del producto, el método de aplicación y las condiciones edafoclimáticas. La aplicación al suelo tiende a ser más efectiva que la foliar, y los extractos vegetales no algales superan a las demás categorías, seguidos por ácidos húmicos, hidrolizados de proteínas y extractos de algas con respuestas de magnitud intermedia. El beneficio relativo de los bioestimulantes es mayor en climas áridos, suelos salinos, con baja materia orgánica y textura arenosa, lo que sugiere que su aporte crece conforme las condiciones de cultivo se alejan del óptimo (Li et al., 2022).

En maíz, la aplicación individual y combinada de bioestimulantes mejora el rendimiento de grano, con respuestas más notorias en Asia y Sudamérica. La combinación de productos microbianos y no microbianos tiende a superar el efecto de cualquier categoría

aplicada por separado. Los atributos de calidad del grano como proteína, almidón y aceite muestran mejoras menores que el rendimiento, lo que indica que los bioestimulantes inciden con mayor fuerza sobre la cantidad producida que sobre la composición del grano (Ndou et al., 2024).

2.2.4. Relación bioestimulantes y rendimiento

La aplicación de bioestimulantes repercute sobre la altura de planta, el diámetro de tallo, el área foliar y la acumulación de biomasa aérea, parámetros que reflejan la capacidad del dosel para interceptar radiación y fijar carbono. Los extractos de algas promueven la elongación celular y la división meristemática, los hidrolizados de aminoácidos proveen sustratos directos para la síntesis proteica y la formación de clorofila, y las sustancias húmicas mejoran la exploración radicular y la captación de agua y nutrientes, efecto particularmente apreciable en suelos de baja fertilidad o bajo estrés hídrico moderado (du Jardin, 2015; Yakhin et al., 2017).

La respuesta biométrica fue mayor en condiciones de estrés moderado que en ambientes óptimos, lo que apoya la hipótesis de que los bioestimulantes actúan como acondicionadores fisiológicos que sostienen el crecimiento cuando el potencial genético no puede expresarse plenamente (Li et al., 2022).

El número de granos por mazorca responde favorablemente a la aplicación de bioestimulantes en torno a la floración, dado que la mejora en el estatus hídrico y nutricional de la planta favorece la sincronía floral y la viabilidad del polen. El peso del grano se beneficia de tratamientos durante el llenado, donde la prolongación de la actividad fotosintética y una translocación más eficiente de asimilados resultan en granos más densos. La integración de bioestimulantes con fertilización mineral produce efectos aditivos, aunque la mayor parte de la respuesta se alcanza con las primeras aplicaciones y dosis crecientes aportan ganancias cada vez menores (Li et al., 2022).

La combinación de bioestimulantes microbianos y no microbianos tiende a superar el rendimiento obtenido con cualquier categoría por separado, lo que apunta a sinergias entre mecanismos de acción distintos. La consistencia de la respuesta entre localidades y campañas sigue siendo limitada, pues las condiciones edafoclimáticas locales condicionan en gran medida la eficacia del bioestimulante (Ndou et al., 2024; Li et al., 2022).

La relación entre dosis de bioestimulante y respuesta del cultivo no es lineal. Las concentraciones empleadas en la mayoría de ensayos se sitúan próximas al nivel de saturación, por lo que incrementos de dosis aportan ganancias marginales decrecientes (Li et al., 2022). Este comportamiento es coherente con la naturaleza reguladora de los componentes activos: auxinas, citoquininas y moléculas señalizadoras operan a concentraciones fisiológicas bajas, y dosis excesivas pueden resultar inhibitorias al alterar el equilibrio hormonal endógeno (du Jardin, 2015).

La frecuencia de aplicación modula la respuesta. Una aplicación foliar única produce un incremento apreciable del rendimiento, que aumenta ligeramente con dos a cuatro repeticiones pero decrece con frecuencias mayores, lo que sugiere que la sobreexposición atenúa el efecto estimulador. La identificación de la dosis y el momento óptimos para cada combinación de producto, genotipo y ambiente es determinante tanto para la eficacia biológica como para la viabilidad económica del uso de bioestimulantes (Li et al., 2022).

2.2.5. Calidad del maíz morado

La calidad comercial del maíz morado se evalúa mediante la longitud y el diámetro de la mazorca, la uniformidad del grano, el porcentaje de desgrane y la intensidad de la coloración púrpura. Mazorcas de mayor longitud y diámetro ofrecen mayor superficie para la acumulación de pigmentos en la coronta, elevando el valor del producto cuando se destina a extracción de antocianinas. La intensidad del color, cuantificable por colorimetría instrumental o espectrofotometría diferencial de pH, se correlaciona positivamente con el

contenido de antocianinas y funciona como criterio primario de clasificación en los mercados de agroexportación (Lao et al., 2017). El peso de mazorca, la humedad de cosecha y la capacidad de conservación en almacenamiento determinan la aptitud del grano para sus diversos usos finales (Cai et al., 2023).

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas pertenecientes a la familia de los flavonoides, sintetizados en la ruta del fenilpropanoide y almacenados en las vacuolas celulares. Su estructura se basa en el catión flavilio, capaz de absorber luz visible y conferir coloraciones del rojo al azul según el pH del medio, la presencia de copigmentos y los sustituyentes del anillo B. La antocianina predominante en el maíz morado es la cianidina-3-glucósido, seguida de pelargonidina-3-glucósido y peonidina-3-glucósido, junto con sus formas maloniladas que constituyen del 35,6 al 54 % del total y aportan mayor estabilidad frente a la degradación térmica y oxidativa (Lao et al., 2017; Cai et al., 2023).

La actividad antioxidante se ejerce mediante la donación de átomos de hidrógeno o la transferencia de electrones a radicales libres, neutralizando especies reactivas de oxígeno que dañan lípidos de membrana, proteínas y ácidos nucleicos. En órganos aislados de ratón tratados con extractos de maíz morado se observó un incremento de la actividad de superóxido dismutasa, catalasa y peroxidasa total junto con una reducción de los niveles de malondialdehído, marcador de peroxidación lipídica (Ramos-Escudero et al., 2012). Las antocianinas del maíz morado también han exhibido propiedades antiinflamatorias al inhibir la secreción de interleucina 8 en células mesangiales expuestas a alta glucosa (Kang et al., 2012), antimutagénicas al bloquear la activación metabólica del mutágeno Trp-P-1 en el ensayo de Ames (Pedreschi y Cisneros-Zevallos, 2006), y antiproliferativas frente a líneas celulares de carcinoma de colon, mama, próstata e hígado (Lao et al., 2017).

La sustitución de colorantes sintéticos por alternativas naturales ha posicionado al maíz morado como fuente competitiva de pigmentos para bebidas, confitería, lácteos y

productos cárnicos. La aprobación bajo el código E-163 facilita su inserción comercial en Europa y Asia (Lao et al., 2017; Cai et al., 2023).

El perfil y la concentración de antocianinas dependen de la interacción entre el genotipo, las condiciones ambientales y el manejo agronómico. La radiación ultravioleta estimula la transcripción de genes estructurales de la ruta del fenilpropanoide y temperaturas moderadas favorecen la acumulación de pigmento, mientras que temperaturas superiores a 32 °C inducen represores tipo MYB16 y promueven la degradación de antocianinas por aumento de la concentración de peróxido de hidrógeno (Cai et al., 2023). La altitud del sitio de cultivo, al modificar simultáneamente el espectro de radiación y el régimen térmico, influye de manera decisiva en la calidad pigmentaria del maíz morado andino.

La nutrición mineral incide sobre la calidad a través de la provisión de fenilalanina, precursor directo de la ruta biosintética. El contenido de antocianinas monoméricas varía de 290 a 1333 mg equivalentes de cianidina-3-glucósido por cada 100 g de materia seca según las condiciones de cultivo (Jing et al., 2007). La aplicación de bioestimulantes podría modular la calidad al mejorar la asimilación de nitrógeno y activar parcialmente el metabolismo secundario, aunque la evidencia específica en maíz morado es todavía limitada. La época de cosecha y las condiciones de secado y almacenamiento poscosecha completan el conjunto de factores que determinan la calidad final, pues las antocianinas son sensibles a la temperatura, la luz y la oxidación (Lao et al., 2017; Cai et al., 2023).

2.2.6. Evaluación económica en sistemas agrícolas

La rentabilidad de una actividad agrícola se expresa mediante el beneficio neto, calculado como la diferencia entre el valor bruto de la producción y los costos totales, y mediante la relación beneficio costo, cociente que indica cuántas unidades monetarias de ingreso genera cada unidad invertida. Valores superiores a la unidad señalan que la actividad retribuye al menos el capital comprometido. En ensayos agronómicos, el beneficio neto

marginal confronta los ingresos adicionales de un tratamiento con los costos adicionales de implementarlo, y la tasa marginal de retorno cuantifica el porcentaje de ganancia por cada unidad monetaria extra invertida (Li et al., 2022).

La evaluación requiere contemplar costos directos (semilla, fertilizantes, bioestimulantes, agroquímicos, mano de obra, transporte) y costos indirectos (depreciación de equipos, costo de oportunidad del capital). La variabilidad climática y de mercado afecta la previsibilidad de los retornos, por lo que el análisis de sensibilidad complementa la evaluación estática (Yakhin et al., 2017).

Los bioestimulantes representan una fracción menor del costo de producción, se aplican en dosis bajas y pueden incorporarse a operaciones programadas como la fertilización foliar. Aun incrementos moderados del rendimiento generan retornos positivos cuando el costo del producto es bajo frente al valor de la producción adicional (Li et al., 2022).

En maíz morado, un grano con mayor concentración de antocianinas o mejor apariencia de mazorca accede a precios diferenciados en mercados de agroexportación e ingredientes funcionales, beneficio que no se captura si el análisis se limita al rendimiento ponderal. La sostenibilidad económica del uso de bioestimulantes depende de que los beneficios superen los costos a lo largo de múltiples ciclos productivos (Ndou et al., 2024; Li et al., 2022).

2.3. Bases conceptuales

La operacionalización de variables fue la siguiente:

Tabla 1.

Operacionalización de variables.

Variable	Categoría	Indicador
Dependiente	Crecimiento	Altura de mazorca Altura de planta Área foliar

	Desarrollo reproductivo	Longitud de mazorca Diámetro de mazorca Número de hileras por mazorca Número de granos por hilera Peso de 100 granos Porcentaje de pudrición
	Rendimiento	Rendimiento de mazorca Rendimiento de grano Rendimiento de coronta Contenido de antocianinas
	Bioestimulante	Big Hor Pyllum Gold Triggrr
Independiente	Dosis	0.5 L/ha 1 L/ha 1.5 L/ha 2 L/ha

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación.

- Enfoque Cuantitativo. El estudio adopta un enfoque cuantitativo basado en la medición de variables agronómicas, de rendimiento y calidad del cultivo de maíz morado, analizadas mediante estadística descriptiva e inferencial para evaluar diferencias entre tratamientos.
- Tipo Aplicada. La investigación es aplicada, orientada a evaluar el efecto de bioestimulantes bajo condiciones reales de campo, con el propósito de generar evidencia útil para la toma de decisiones en el manejo del cultivo.
- Nivel Explicativa. El nivel es explicativo, ya que se analizan relaciones causales entre la aplicación de bioestimulantes y las variables de respuesta, incluyendo rendimiento, calidad de mazorca y contenido de antocianinas, mediante pruebas estadísticas que permiten contrastar hipótesis.

3.2. Diseño de investigación.

La estrategia utilizada para alcanzar los objetivos fue:

- Experimental. La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental en condiciones de campo, empleando un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial. Se evaluó el efecto de tres bioestimulantes y diferentes niveles de dosis sobre variables agronómicas, de rendimiento y de calidad del maíz morado variedad INIA 601.

3.3. Localización.

El estudio se llevó a cabo en el caserío de Chugur, ubicado en el distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante el periodo comprendido entre noviembre de 2023 y julio de 2024. El área experimental se localiza a una altitud de 2,668 m s. n. m., a 2.5 km de

la ciudad de Cutervo. Su posición geográfica corresponde a las coordenadas 6°22'46.7" de latitud sur y 78°48'18.44" de longitud oeste.

Figura 1.

Mapa satelital de Cutervo.



Nota. Imagen obtenida de Google Earth del distrito de Cutervo (2025).

A lo largo del desarrollo del experimento se registraron datos de temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) (Tabla 2), con el fin de caracterizar las condiciones ambientales climáticas predominantes en el área de estudio.

Durante la ejecución del experimento, las temperaturas promedio registradas fueron; Temperatura máxima 17.95, mínima 10.37 °C y temperatura media 14.16 °C.

El maíz morado presenta buena adaptación en la sierra media, zona que comprende laderas, valles y mesetas ubicadas entre 1,800 y 2,800 m s. n. m. En dichas zonas presentan temperaturas medias anuales de 12 a 20 °C y precipitaciones que varían entre 500 y 1,000 mm, condiciones que favorecen su desarrollo del cultivo (INIA, 2022).

Durante el estudio, los datos registrados fueron variables: la máxima humedad relativa se registró en diciembre de 2023 con 88.76%, mientras que la mínima se observó en abril de 2024 con 62.76%, obteniéndose un promedio general de 81.67%. Estas condiciones resultaron favorables para el desarrollo vegetativo y el llenado de grano del maíz morado.

La precipitación total registrada durante la ejecución del experimento fue de 805.90 mm, valor que se encuentra dentro del rango característico del distrito de Cutervo (800 a 1,200 mm).

La mayor precipitación se presentó en diciembre de 2023 con 148.40 mm, mientras que la menor correspondió a julio de 2024 con 12.2 mm, el promedio mensual fue 89.54 mm. Estos rangos son considerados óptimos para asegurar una adecuada disponibilidad de agua y favorecer el desarrollo normal del cultivo (Tabla 2).

Tabla 2.

Registro climatológico de la estación meteorológica SENAMHI – Cutervo (2023–2024).

Mes	Temperatura (°C)			HR (%)	PP (mm)
	Máxima	Minina	Media		
Noviembre 2023	19.86	10.33	15.10	79.84	106.60
Diciembre 2023	17.92	10.99	14.46	88.76	148.40
Enero 2024	18.10	10.52	14.31	86.08	130.90
Febrero 2024	18.13	11.06	14.60	82.58	114.90
Marzo 2024	18.67	10.81	14.74	85.18	98.90
Abril 2024	14.10	8.47	11.29	62.76	76.90
Mayo 2024	19.28	11.55	15.42	85.02	61.40
Junio 2024	18.25	10.07	14.16	83.97	55.70
Julio 2024	17.23	9.51	13.37	80.85	12.20
Promedio	17.95	10.37	14.16	81.67	89.54
Precipitación total					805.90

Nota. Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Cutervo.

La zona de estudio presentó un suelo ligeramente ácido (6.2) sin problemas de sales (0.079 dS/m), valores adecuados para el maíz morado. El nivel del fósforo es alto (33.1 ppm), el potasio es bajo (112 ppm), no se detecta carbonato de calcio y la materia orgánica alcanza un nivel medio (3.9%). Estas deficiencias nutricionales deben corregirse mediante aplicaciones edáficas y foliares, considerando que el maíz morado es un cultivo exigente.

La textura del suelo corresponde a un franco arcilloso, de mediana retención de humedad, se recomienda fertilizar con una dosis de 140-100-140 NPK, complementada con calcio y micronutrientes (Tabla 3).

El maíz morado se desarrolla mejor en suelos de textura media (francos), con buena fertilidad, drenaje adecuado, profundidad suficiente y elevada capacidad de retención de agua. No obstante, niveles excesivos de humedad pueden perjudicar la acumulación de pigmentos en la mazorca (INIA, 2022).

El pH adecuado para el cultivo de maíz morado es de 6 y 7, rango que favorece una óptima disponibilidad de nutrientes. Cuando el pH se aleja de estos valores, algunos elementos pueden volverse excesivos o insuficientes, provocando toxicidades o deficiencias. Además, esta especie presenta una tolerancia moderada a la salinidad del suelo y del agua de riego (INIA, 2022).

Tabla 3.

Análisis físico – químico del suelo. Caserío Chugur – Cutervo, 2023.

Muestra	Extracto saturado		Textura							Clase textural
	pH	Ce.	MO	P	K	Calcáreo	Ao	Lo	Ar	
M ₁		dS/m	%	ppm	ppm	%	%	%	%	Fo Ar
	6.2	0.079	3.9	33.1	112	0	28	35	37	

Nota. Datos obtenidos del laboratorio de suelos y aguas.

Se recolectaron muestras simples en forma de zigzag en la parcela en estudio, a una profundidad de 30 cm. Estas muestras fueron homogenizadas para obtener una muestra compuesta, la cual se envió al laboratorio para determinar las propiedades físico-químicas del suelo.

El análisis se realizó empleando los siguientes métodos: textura por el método de Bouyoucos; pH mediante potenciómetro en extracto de saturación; materia orgánica por el método de Walkley-Black; fósforo (P₂O₅) mediante Olsen modificado; potasio (K₂O)

usando el método Olsen con extracto de acetato de amonio; y conductividad eléctrica (dS/m) mediante conductómetro en extracto de saturación.

3.4. Población y muestra.

3.4.1. Población.

La población estuvo constituida por las unidades de cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en condiciones de campo en el distrito de Cutervo, Cajamarca.

3.4.2. Muestra.

La muestra correspondió al área experimental establecida, conformada por las unidades experimentales distribuidas en el diseño de bloques completos al azar, donde se aplicaron los tratamientos definidos por la combinación de bioestimulantes y niveles de dosis.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Experimento.

Se empleó la técnica experimental bajo condiciones de campo para evaluar el efecto de bioestimulantes y niveles de dosis sobre variables agronómicas, de rendimiento y de calidad del maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601. El experimento se ejecutó mediante un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, permitiendo controlar la variabilidad del terreno y estimar el efecto de los tratamientos.

3.5.2. Elaboración de instrumentos.

Se utilizó una cartilla de evaluación para el registro sistemático de las variables del estudio. Este instrumento permitió recolectar datos biométricos, componentes del rendimiento, parámetros de calidad de mazorca y contenido de antocianinas en cada unidad experimental, asegurando consistencia y trazabilidad en la medición de los datos.

3.6. Procedimientos.

3.6.1. Diseño del campo experimental

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó un diseño experimental bajo un arreglo factorial, aplicado dentro de un esquema de Bloques Completos al Azar (BCA), lo cual permitió controlar la variabilidad del terreno y asegurar una mayor precisión en la evaluación de los factores y sus interacciones. El experimento se estructuró en cuatro repeticiones, cada una con trece tratamientos, lo que garantizó una adecuada representatividad de las características evaluadas y robustez estadística en los resultados obtenidos.

3.6.2. Tratamientos experimentales

Se evaluaron trece tratamientos experimentales, aplicados de manera sistemática dentro de cada una de las cuatro repeticiones establecidas, con el fin de analizar su efecto y comportamiento bajo condiciones controladas del diseño (Tabla 4).

Tabla 4.

Tratamientos en estudio, bioestimulantes y dosis de aplicación.

N° Trat.	Bioestimulantes	Dosis l/ha	Comb. B x D	Repeticiones			
				I	II	III	IV
T ₁	Big Hor	0.5	B ₁ * D ₁	101	211	307	412
T ₂	Big Hor	1.0	B ₁ * D ₂	102	213	304	411
T ₃	Big Hor	1.5	B ₁ * D ₃	103	208	303	408
T ₄	Big Hor	2.0	B ₁ * D ₄	104	210	313	404
T ₅	Pyllum Gold	0.5	B ₂ * D ₁	105	202	311	409
T ₆	Pyllum Gold	1.0	B ₂ * D ₂	106	207	306	410
T ₇	Pyllum Gold	1.5	B ₂ * D ₃	107	204	301	407
T ₈	Pyllum Gold	2.0	B ₂ * D ₄	108	203	309	413
T ₉	Triggrr	0.5	B ₃ * D ₁	109	212	308	405
T ₁₀	Triggrr	1.0	B ₃ * D ₂	110	206	312	402
T ₁₁	Triggrr	1.5	B ₃ * D ₃	111	201	305	406
T ₁₂	Triggrr	2.0	B ₃ * D ₄	112	209	310	403
T ₁₃	Testigo	0	0	113	205	302	401

Factores en estudio: Se evaluaron dos factores principales que influyen en el comportamiento agronómico del cultivo: Los bioestimulantes (B) y dosis de aplicación (D).

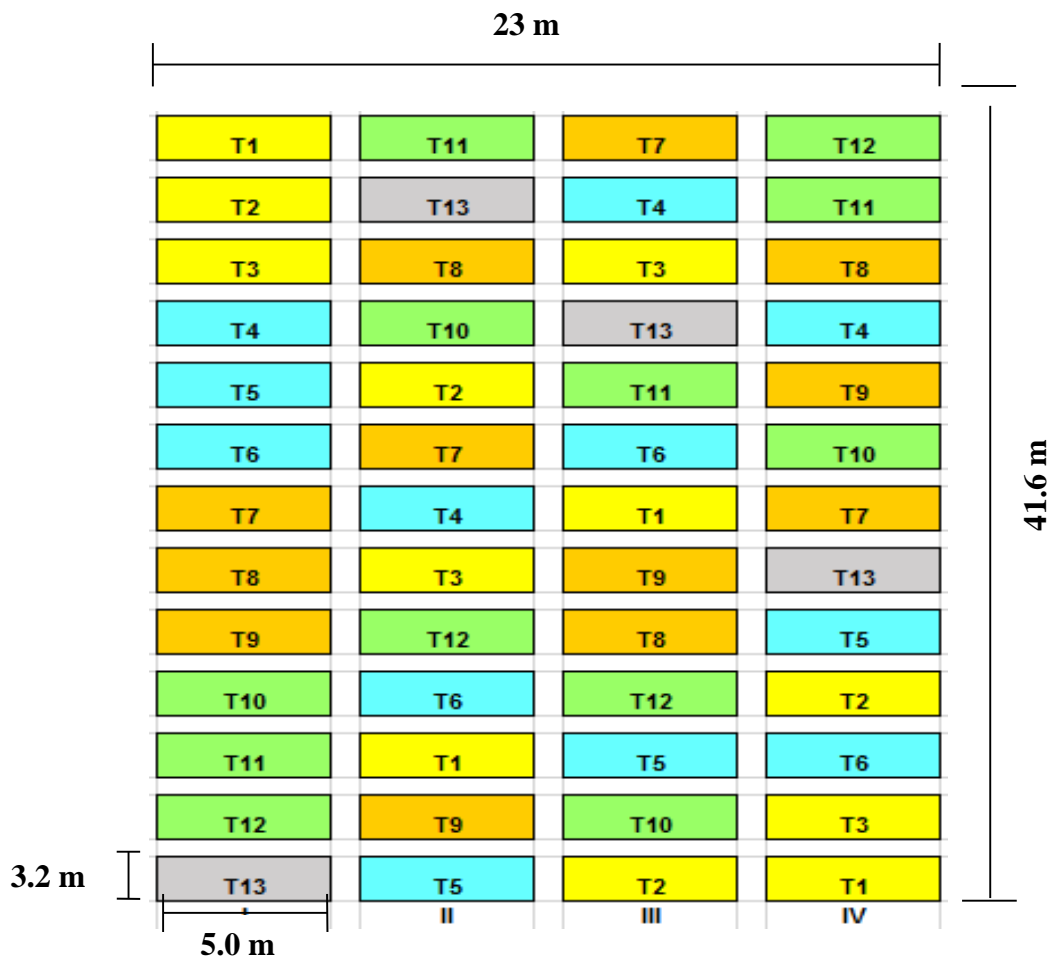
El factor bioestimulante comprende los productos evaluados por su capacidad para mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad del maíz morado, mientras que el factor dosis contempla los niveles de aplicación establecidos para determinar su efecto en la respuesta del cultivo

Dosis de aplicación: Para el factor dosis se establecieron cuatro niveles: $D_1 = 0.5$ L/ha, $D_2 = 1.0$ L/ha, $D_3 = 1.5$ L/ha y $D_4 = 2.0$ L/ha, además de un testigo absoluto sin aplicación de bioestimulantes. Estas dosis fueron seleccionadas con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo bajo diferentes cantidades del producto, permitiendo determinar el nivel más eficiente y agronómicamente recomendable para maximizar el rendimiento y mejorar las características del maíz morado.

La interacción entre ambos factores permite identificar combinaciones que optimicen el desempeño productivo.

Figura 2.

Distribución de los tratamientos en el campo experimental.



3.6.3. Descripción del campo experimental

Los tratamientos (Unidades experimentales) se establecieron de manera secuencial, cada una con un área de 16 m² (3.2 m × 5.0 m). El experimento se organizó en cuatro repeticiones, cada una conformada por 13 tratamientos, con un tamaño de 41.6 m de largo por 5.0 m de ancho, lo que representa un área de 208 m² por repetición. En cada repetición se instalaron 13 unidades experimentales. Cada UE comprendió cuatro surcos de 5.0 m de longitud, distanciados a 0.8 m, y en cada surco se establecieron 10 golpes con un espaciamiento de 0.5 m. En conjunto, el área por UE fue de 16 m², el área por repetición 208 m², el área neta del experimento 832 m² y el área total empleada en campo 1,080 m².

3.6.4. Equipos, insumos y materiales empleados en el presente estudio

- Equipos: Se empleó yunta para la preparación del terreno, además de cámara fotográfica, balanza y laptop para el registro y procesamiento de información.
- Insumos: Se utilizó semilla de maíz morado de la variedad INIA 601, bioestimulantes, fertilizantes y pesticidas.
- Herramientas: Se dispuso de palanas, lampas, rastrillos, cuchillas y machetes para las labores de campo.
- Materiales: Se contó con un vernier, cartillas, libreta de campo, tablero, cordel, wincha, estacas, etiquetas, bolsas de papel y materiales de oficina (papel, USB, lapiceros, entre otros).

3.6.5. Manejo del experimento

La preparación del terreno consistió en realizar labores mecánicas de arado y rastra, con el objetivo de descompactar el suelo, mejorar la aireación y facilitar el establecimiento homogéneo de las plantas. Posteriormente, se procedió al trazado y delimitación de las parcelas según lo establecido en el diseño experimental.

La siembra se realizó de manera manual siguiendo el diseño experimental establecido. Se colocó dos semillas por golpe en cada punto previamente marcado, garantizando la uniformidad en el establecimiento del cultivo. La siembra se efectuó en la fecha programada (23/11/2023), procurando condiciones de humedad óptima para una adecuada germinación.

Se utilizó una densidad de siembra definida en función de la variedad INIA 601 y las recomendaciones técnicas del cultivo. El espaciamiento entre surcos y entre plantas (0.8 m entre surco y 0.5 m entre golpes), permitió alcanzar una población de 50,000 plantas/hectárea, reduciendo la competencia por luz, agua y nutrientes.

La fertilización se realizó según un plan nutricional basado en las necesidades del cultivo y las características del suelo, utilizando una dosis 140-100-140 NPK, con urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio como fuentes de nutrientes. La aplicación se realizó de manera fraccionada con palana: la primera dosis se efectuó cuando las plantas presentaban 2 a 4 hojas verdaderas, colocando el 40% de N y 100% de P y K a 10 cm del golpe; la segunda dosis se aplicó cuando las plantas tuvieron entre 6 a 8 hojas, incorporando el 60% restante del nitrógeno entre golpes

Los bioestimulantes evaluados se aplicaron en las dosis y momentos establecidos por el protocolo experimental. Estas aplicaciones buscaban potenciar el crecimiento vegetativo, mejorar la absorción de nutrientes y optimizar el rendimiento. La primera coincidió con el aporque, a los 42 dds, empleando Big-Hor, Pyllum Gold y Triggrr Trihormonal en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 L/ha. La segunda se realizó a los 62 dds en fase de prefloración, utilizando las mismas dosis de la primera aplicación.

El manejo de malezas se efectuó en forma manual a palana con la finalidad de reducir la interferencia con el cultivo durante sus etapas críticas de crecimiento. Estas intervenciones fueron necesarias para evitar las competencias directas por agua, nutrientes y radiación solar.

El aporque se llevó a cabo durante el estadio vegetativo a los 42 dds, acumulando tierra en la base del tallo para favorecer la formación de raíces adventicias, mejorar la estabilidad de la planta y protegerla de factores ambientales adversos.

Durante todo el ciclo vegetativo del cultivo no se efectuaron riegos, sea provechó exclusivamente las precipitaciones naturales de la zona.

En el control de plagas el objetivo fue preservar la sanidad del cultivo y garantizar la calidad de las mazorcas aplicando tres gotas de aceite vegetal en los estigmas de los choclos cada 15 días en dos oportunidades para controlar *Helicoverpa zea*.

La cosecha se efectuó el 12 de julio del 2024, cuando las mazorcas alcanzaron la madurez fisiológica, identificada por la disminución de humedad del grano y la característica capa negra del embrión. Cada unidad experimental fue cosechada por separado para permitir la evaluación correcta de las variables de rendimiento.

3.6.6. Variables agronómicas evaluadas

Rendimiento de mazorca (t/ha): Se determinó mediante el peso total de las mazorcas cosechadas en cada unidad experimental. Posteriormente, este valor se extrapoló a toneladas por hectárea utilizando factores de conversión basados en el área útil evaluada.

Rendimiento de grano (t/ha): Después del desgrane y secado del grano a humedad estándar, se pesó el total obtenido por parcela y se proyectó el rendimiento por hectárea. Este indicador refleja la productividad real del cultivo.

Rendimiento de coronta (t/ha): El peso de las corontas resultantes del proceso de desgrane se registró y extrapoló a rendimiento por hectárea. Este parámetro es útil para estudios de calidad y subproductos.

Altura de mazorca (m): Se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de la mazorca principal en una muestra representativa de 10 plantas por unidad experimental. Este indicador permite evaluar la arquitectura de la planta y su adaptabilidad.

Altura de planta (m): Se midió la distancia desde el suelo hasta la hoja bandera o el punto más alto en las 10 plantas evaluadas para altura de mazorca. Este parámetro refleja el vigor vegetativo y la respuesta del cultivo a los tratamientos aplicados.

Área foliar (m²): El área foliar se calculó midiendo largo y ancho de las hojas seleccionadas, aplicando un factor de corrección (generalmente 0.75). Posteriormente se extrapoló el área total por planta. Esta variable es un indicador directo de la capacidad fotosintética del cultivo.

Longitud de mazorca (cm): Se midió desde la base hasta la punta en 10 mazorcas al azar con una regla graduada. Es un parámetro de calidad física del grano y de aceptación comercial.

Diámetro de mazorca (cm): Se determinó en la parte media de la mazorca utilizando una cinta métrica en las 10 mazorcas evaluadas para longitud. Permite valorar el llenado del grano y la uniformidad del desarrollo.

Número de hileras por mazorca: Se realizó un conteo directo de las hileras de granos en las 10 mazorcas evaluadas anteriormente. Esta característica está relacionada con el potencial genético y el rendimiento.

Número de granos por hilera: Se seleccionó una hilera representativa y se realizó el conteo de granos que la conformaban. Este indicador expresa la eficiencia del llenado de grano.

Peso de 100 granos (g): Se tomaron 100 granos secos y se pesaron en balanza analítica. Es una variable que representa el tamaño y densidad de los granos.

Porcentaje de pudrición de mazorca: Se calculó como la proporción de mazorcas afectadas por enfermedades respecto al total evaluado en cada unidad experimental utilizando una escala 1 a 6 propuesta por el CIMMYT. Este indicador está vinculado a la calidad sanitaria del cultivo.

Contenido de antocianinas (%): El contenido de antocianinas se determinó de la coronta mediante análisis en el laboratorio de Productos Naturales de Exportación S.A. (PRONEX S.A.). Este parámetro es fundamental para valorar la calidad nutracéutica del maíz morado.

3.7. Plan de procesamiento y análisis de datos.

Los datos registrados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre tratamientos. Cuando se encontraron diferencias,

se aplicó la prueba de comparación múltiple de DUNCAN con un nivel de significancia de 5% ($p \leq 0.05$). Asimismo, el diseño requirió únicamente un testigo para realizar las comparaciones ortogonales correspondientes (Tabla 5).

Tabla 5.

Modelo general del ANOVA para el diseño factorial.

FV	GL	SC	CM
Bloques	3	SCr	CMr
Tratamientos	12	SCt	CMt
Bioestimulantes (B)	2	SCb	CMb
Dosis (D)	3	SCd	CMd
B x D	6	SCb x d	CMb x d
Tratamientos vs testigo	1	SCt vs testigo	CMy vs testigo
Error	36	SCe	CMe
Total	51		

3.8. Matriz de consistencia.

En la Tabla 6 se detalla la matriz de consistencia de la investigación.

Tabla 6.

Matriz de consistencia.

Título	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento y calidad de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIA 601 en el distrito de Cutervo - Cajamarca, 2023 - 2024.	¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres bioestimulantes y sus diferentes niveles de dosis sobre el rendimiento y la calidad del maíz morado (<i>Zea mays</i> L.)	Objetivo general: Determinar el efecto de tres bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad del maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIA 601, cultivado en el distrito de Cutervo, Cajamarca, durante la campaña agrícola 2023–2024. Objetivos específicos: - Evaluar las características biométricas del	Hipótesis general: La aplicación de bioestimulantes y sus niveles de dosis influyen significativamente en el rendimiento y la calidad del maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIA 601 en condiciones de campo. Hipótesis específicas: - La aplicación de bioestimulantes influye significativamente en las	Variable Independiente: Bioestimulante. Dosis. Variable Dependiente: Crecimiento. Desarrollo Reproductivo. Rendimiento	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: La población estuvo constituida por las unidades de cultivo de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIA 601 en condiciones de campo en el distrito de Cutervo, Cajamarca. Muestra: La muestra correspondió al área experimental establecida, conformada por las unidades experimentales distribuidas en el diseño de bloques completos al azar,

variedad INIA 601?	maíz morado INIA 601 en Cutervo, Cajamarca.	características biométricas del maíz morado.	donde se aplicaron los tratamientos definidos por la combinación de bioestimulantes y niveles de dosis.
	- Identificar la dosis más eficiente de los tres bioestimulantes evaluados sobre el rendimiento del cultivo.	- Existen diferencias significativas entre dosis de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo.	
	- Evaluar la calidad de mazorca y el contenido de antocianinas del maíz morado producido en Cutervo, Cajamarca.	- La aplicación de bioestimulantes influye significativamente en la calidad de mazorca y el contenido de antocianinas.	
	- Determinar la rentabilidad económica del uso de tres bioestimulantes aplicados en el cultivo de maíz morado en Cutervo, Cajamarca.	- La aplicación de bioestimulantes genera diferencias significativas en la rentabilidad del cultivo.	

IV. RESULTADOS

4.1. ANOVA de las variables agronómicas evaluadas

Se presenta ANOVA de las diferentes características biométricas y de calidad del maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601, evaluadas en el ensayo ejecutado en Cutervo, Cajamarca, 2023–2024. El estudio se desarrolló bajo un arreglo factorial aplicado dentro de un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), empleando un nivel de significancia del 5%. Este análisis hizo posible identificar las variables que ejercieron un efecto significativo sobre el rendimiento y la calidad del cultivo.

El análisis de varianza evidenció que los bioestimulantes (B) ejercieron efectos significativos en la mayoría de las variables evaluadas, destacándose su influencia sobre el rendimiento de mazorca, grano y coronta; así como, altura de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de granos por hilera, peso de 100 granos y porcentaje de pudrición. En contraste, no se observaron efectos significativos sobre altura de planta, área foliar ni número de hileras por mazorca. Por otro lado, las dosis (D) presentaron efectos altamente significativos en todas las características evaluadas, lo que evidencia que el nivel de aplicación de los bioestimulantes tuvo un impacto notable en el rendimiento y calidad del cultivo. La combinación bioestimulante por dosis (B×D) no fue significativo en ninguna variable, indicando que los bioestimulantes y las dosis actuaron de manera independiente. Los coeficientes de variación (C.V.) se mantuvieron dentro del rangos muy buena para la mayoría de variables, lo cual demuestra una adecuada precisión experimental, excepto en el porcentaje de pudrición de mazorca, que mostró mayor variabilidad (Tabla 7).

Tabla 7.

ANOVA. Cuadrados medios de las variables agronómicas evaluadas.

Característica	Bioestim. (B)		Dosis (D)	Interacción B*D	Error	C.V. (%)
	Gl	2	3	6	36	
Rendimiento mazorca (t/ha)		1.17794*	3.35973**	0.06771 n.s.	1.55487	11.72
Rendimiento grano		0.75388*	2.15023**	0.04333 n.s.	0.14405	11.72
Rendimiento coronta		0.04712*	0.13439**	0.00271 n.s.	0.00900	11.72
Altura mazorca (m)		0.01269**	0.04009**	0.00038 n.s.	0.00186	3.46
Altura de planta (m)		0.00451 n.s.	0.02247**	0.00097 n.s.	0.00190	1.91
Área foliar (cm ²)		943.05942 n.s.	9959.4209**	251.99474 n.s.	554.30960	2.98
Longitud mzca (cm)		7.05380**	3.76700**	0.16929 n.s.	0.25205	3.09
Diámetro mzca (cm)		1.41629**	1.85818**	0.03542 n.s.	0.10316	6.06
Nº hileras/mazorca		0.20687 n.s.	1.79465**	0.08215 n.s.	0.13597	3.31
Nº granos/hilera		11.76859**	10.17977**	0.05540 n.s.	0.66405	3.53
Peso 100 granos (g)		89.18658**	351.68277**	6.86342 n.s.	11.2270	6.82
% pudrición mzca.		47.39024**	40.26536**	0.91818 n.s.	4.10919	32.20

Nota. *=Significativo ($p < 0.05$), **=Altamente significativo ($p < 0.001$), n. s.=no significativo.

4.1.1. Rendimiento de mazorca (t/ha)

Para el rendimiento de mazorca, el ANOVA mostró que el componente bioestimulantes (B) presentó un efecto significativo (*), indicando que los diferentes tipos de bioestimulantes evaluados influyeron de manera importante en la producción de mazorcas. Asimismo, el factor dosis (D) presentó un efecto altamente significativo (**), indicando que las dosis aplicadas de los bioestimulantes tuvieron un impacto aún mayor en el rendimiento. Por el contrario, la combinación B x D (Bioestimulante por dosis) no hubo significancia estadística (n.s.), indicando que los efectos de los bioestimulantes y las dosis actuaron de manera individual (Tabla 11).

El C.V. (coeficiente de variación) obtenido fue 11.72%, valor que refleja una adecuada precisión experimental de acuerdo con los criterios de Martínez (1995) y una regular homogeneidad de los datos según lo señalado por Toma y Rubio (2008). Este resultado evidencia un nivel satisfactorio de confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento (Tabla 11).

El ensayo registró un rendimiento promedio de 4.14 t/ha de mazorca (Tabla 15).valor que se encuentra por debajo del potencial productivo reportado para la variedad INIA 601 (6.0 t/ha), pero por encima del rendimiento promedio alcanzado por los agricultores en campo (3.0 t/ha) según INIA (2004), señalando que el uso de bioestimulantes mejora la productividad del cultivo.

La comparación entre el rendimiento obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, registró diferencia altamente significativa, siendo superior el rendimiento obtenido al aplicar los bioestimulantes con 4.14 t/ha, en comparación al testigo que obtuvo 2.89 t/ha de mazorca (Tabla 8, figura 2).

Tabla 8.

Rendimiento de mazorca en t/ha, según bioestimulantes por el testigo.

OM	Factores evaluados	Rdto. Mzca. (t/ha)	Signif.
1	Bioestimulantes	4.14	a
2	Testigo	2.89	b
Promedio		3.52	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al separar el efecto independiente de los tres bioestimulantes, se encontró que Big Hor obtuvo un rendimiento de 4.45 t/ha y superó estadísticamente a Pyllum Gold y Triggrr con 4.03 y 3.94 t/ha de mazorca respectivamente (Tabla 9)

Tabla 9.

Rendimiento de mazorca en t/ha, según bioestimulantes.

O. M.	Bioestimulantes	Rendimiento de mazorca en t/ha	Signif.
1	Big hor	4.45	a
2	Pyllum Gold	4.03	b
3	Triggrr	3.94	b
Promedio		4.14	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizados en conjunto de los tres bioestimulantes muestra superior rendimiento con 2.0 L/ha con un rendimiento de 4.79 t/ha de mazorca. Asimismo, las

dosis de 1.5 y 1.0 L/ha son similares entre ellas con 4.27 y 3.97 t/ha y fueron significativamente mejores que 0.5 L/ha con 3.53 t/ha de mazorca, o sea que el rendimiento se incrementa en la medida que se aumenta la cantidad de bioestimulante (Tabla 10)

Tabla 10.

Rendimiento mazorca en t/ha, según dosis de aplicación.

O. M.	Dosis en L/ha	Rendimiento mazorca en t/ha	Signif.
1	2.0	4.79	a
2	1.5	4.27	b
3	1.0	3.97	b
4	0.5	3.53	c
Promedio		4.14	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN mostró diferencias altamente significativas entre los valores promedio, se encontró 5 sub conjuntos distintos, el primer grupo lo forma Big Hor, Phyllum Gold, Triggrr (2.0 L/ha) y Big Hor (1.5 L/ha) con rendimientos de 5.25, 4.59, 4.55 y 4.52 t/ha de mazorca respectivamente, le sigue los tratamientos Big Hor (1.0 L/ha), Phyllum Gold, Triggrr (1.5 L/ha) y Phyllum Gold (1.0 L/ha) con rendimientos de 4.33, 4.29, 4.01 y 3.86 t/ha respectivamente, continua el grupo formado por Triggrr (1.0 L/ha) y Big Hor (0.5 L/ha) con valores similares de 3.74 y 3.72 t/ha, el grupo Triggrr y Phyllum Gold (0.5 t/ha) obtuvieron rendimientos de 3.49 y 3.40 t/ha de mazorca respectivamente, quedando rezagado en último lugar el testigo con 2.89 toneladas/hectárea de mazorca (Tabla 11)

El incremento del rendimiento se explica por la acción de los bioestimulantes, compuestos de origen natural que, al aplicarse sobre el follaje, mejoran la eficiencia de absorción y aprovechamiento de nutrientes por la planta, además de fortalecer su tolerancia frente a factores de estrés biótico y abiótico y optimizan diversos atributos agronómicos, más allá de su aporte nutricional directo (García, 2017).

Tabla 11.

Rendimiento de mazorca en t/ha, según combinaciones.

OM	Tratamientos	Rendimiento en t/ha	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	5.25	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	4.59	ab
3	Triggrr – 2.0 L	4.55	ab
4	Big Hor – 1.5 L	4.52	ab
5	Big Hor – 1.0 L	4.33	bc
6	Pyllum Gold – 1.5 L	4.29	bc
7	Triggrr – 1.5 L	4.01	bcd
8	Pyllum Gold – 1.0 L	3.86	bcd
9	Triggrr – 1.0 L	3.74	cd
10	Big Hor - 0.5 L	3.72	cd
11	Triggrr - 0.5 L	3.49	d
12	Pyllum Gold – 0.5 L	3.40	de
13	Testigo	2.89	e
Promedio		4.14	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.2. Rendimiento de grano (t/ha)

Para el rendimiento de grano, el ANOVA mostró que el componente bioestimulantes presentó un efecto significativo, indicando que los diferentes tipos de bioestimulantes evaluados influyeron de manera importante en la producción de grano. Asimismo, el factor dosis presentó un efecto altamente significativo, indicando que las dosis aplicadas de los bioestimulantes tuvieron un impacto aún mayor en el rendimiento. Por el contrario, la combinación B x D (Bioestimulante por dosis) no hubo significancia estadística (n.s.), indicando que los efectos de los bioestimulantes y las dosis actuaron en forma individual (Tabla 7).

El C.V. (coeficiente de variación) obtenido fue 11.72%, valor que refleja una adecuada precisión experimental de acuerdo con los criterios de Martínez (1995) y una regular homogeneidad de los datos según lo señalado por Toma y Rubio (2008). Este resultado evidencia un nivel satisfactorio de confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento (Tabla 7).

El ensayo registró un rendimiento promedio de 3.32 toneladas de grano (Tabla 19).

La comparación entre el rendimiento obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, registró diferencia altamente significativa, siendo superior el rendimiento obtenido al aplicar los bioestimulantes con 3.32 t/ha, en comparación al testigo que obtuvo 2.31 toneladas (Tabla 12).

Tabla 12.

Rendimiento de grano (t/ha), según bioestimulantes y el testigo.

O. M.	Tratamientos	Rendimiento grano (t/ha)	Signif.
1	Bioestimulantes	3.32	a
2	Testigo	2.31	b
	Promedio	2.82	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al separar el efecto independiente de los tres bioestimulantes, se encontró que Big Hor obtuvo un rendimiento de 3.56 t/ha y superó estadísticamente a Pyllum Gold y Triggrr con 3.23 y 3.16 t/ha de grano respectivamente (Tabla 13).

Tabla 13.

Rendimiento de grano en t/ha, según bioestimulantes.

O. M.	Bioestimulantes	Rdto. grano en t/ha	Signif.
1	Big Hor	3.56	a
2	Pyllum Gold	3.23	b
3	Triggrr	3.16	b
	Promedio	3.32	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizadas en conjunto de los tres bioestimulantes muestra superior rendimiento con 2.0 L/ha con un rendimiento de 3.84 t/ha de grano. Asimismo las dosis de 1.5 y 1.0 L/ha fueron similares entre ellas con 3.42 y 3.18 t/ha y fueron significativamente mejores que 0.5 L/ha con 2.83 t/ha de grano, o sea que el rendimiento se incrementa a medida que aumenta la cantidad del bioestimulante (Tabla 14).

Tabla 14.*Rendimiento de grano en t/ha, según dosis.*

O. M.	Dosis en L/ha	Rdto. grano en t/ha	Signif.
1	2.0	3.84	a
2	1.5	3.42	b
3	1.0	3.18	b
4	0.5	2.83	c
Promedio		3.32	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN mostró diferencias altamente significativas entre los promedios, se encontró cinco sub conjuntos distintos, el primer grupo estuvo conformado por Big Hor, Phyllum Gold, Triggrr (2.0 L/ha) y Big Hor (1.5 L/ha) cuyo rendimiento fue 4.20, 3.57, 3.64 y 3.61t/ha de grano respectivamente, le sigue Big Hor (1.0 L/ha), Phyllum Gold, Triggrr (1.5 L/ha) y Phyllum Gold (1.0 L/ha) con rendimientos de 3.46, 3.43, 3.21 y 3.09 t/ha respectivamente, continua el grupo formado por Triggrr (1.0 L/ha) y Big Hor (0.5 L/ha) con valores similares de 2.99 y 2.98 t/ha, el grupo Triggrr y Pylum Gold (0.5 t/ha) obtuvieron rendimientos de 2.79 y 2.72 t/ha de grano respectivamente, quedando rezagado en último lugar el testigo que alcanzó 2.31 t/ha de grano (Tabla 15).

Tabla 15.

Rendimiento de grano en t/ha, según combinaciones.

OM	Tratamientos	Rdto. grano t/ha	Sign.
1	Big hor - 2.0 L	4.20	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	3.67	ab
3	Triggrr – 2.0 L	3.64	ab
4	Big Hor – 1.5 L	3.61	ab
5	Big Hor – 1.0 L	3.46	bc
6	Pyllum Gold – 1.5 L	3.43	bc
7	Triggrr – 1.5 L	3.21	bcd
8	Pyllum Gold – 1.0 L	3.09	bcd
9	Triggrr – 1.0 L	2.99	cd
10	Big Hor - 0.5 L	2.98	cd
11	Triggrr - 0.5 L	2.79	d
12	Pyllum Gold – 0.5 L	2.72	de
13	Testigo	2.31	e
Promedio		3.32	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.3. Rendimiento de coronta (t/ha)

Para el rendimiento de coronta, el ANOVA mostró que el componente bioestimulantes presentó un efecto significativo, indicando que los diferentes tipos de bioestimulantes evaluados influyeron de manera importante en la producción de grano. Asimismo, el factor dosis mostró un efecto altamente significativo, indicando que las dosis aplicadas de los bioestimulantes tuvieron un impacto aún mayor en el rendimiento. Por el contrario, la combinación B x D (Bioestimulante por dosis) no hubo significancia estadística (n.s.), indicando que los efectos de los bioestimulantes y las dosis actuaron en forma individual (Tabla 7).

El C.V. (coeficiente de variación) obtenido fue 11.72%, valor que refleja una adecuada precisión experimental de acuerdo con los criterios de Martínez (1995) y una regular homogeneidad de los datos según lo señalado por Toma y Rubio (2008). Este resultado evidencia un nivel satisfactorio de confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento (Tabla 7).

El ensayo registró un rendimiento promedio de 0.83 toneladas de coronta (Tabla 23),

La comparación entre el rendimiento obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, registró diferencia altamente significativa, siendo superior el rendimiento obtenido al aplicar los bioestimulantes con 0.83 t/ha, en comparación al testigo que obtuvo 0.58 toneladas (Tabla 16).

Tabla 16.

Rendimiento coronta en t/ha, según bioestimulantes y el testigo.

O. M.	Tratamientos	Rdto de coronta en t/ha	Signif.
1	Bioestimulantes	0.83	a
2	Testigo	0.58	b
	Promedio	0.71	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al separar el efecto independiente de los tres bioestimulantes, se encontró que Big Hor obtuvo un rendimiento de 0.89 t/ha y superó estadísticamente a Pyllum Gold con 0.81 y Triggrr con 0.79 t/ha de coronta (Tabla 17).

Tabla 17.

Rendimiento de coronta en t/ha, según bioestimulantes.

O. M.	Bioestimulantes	Rdto de coronta en t/ha	Signif.
1	Big hor	0.89	a
2	Pyllum Gold	0.81	b
3	Triggrr	0.79	b
	Promedio	0.83	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizados en conjunto de los tres bioestimulantes muestra superior rendimiento con 2.0 L/ha con un rendimiento de 0.96 t/ha de coronta. Asimismo las dosis de 1.5 y 1.0 L/ha fueron similares entre ellas con 0.85 y 0.79 t/ha y fueron significativamente mejores que 0.5 L/ha con 0.71 t/ha de coronta, lo que indica que el rendimiento se incrementa a medida que aumenta la cantidad del bioestimulante (Tabla 18).

Tabla 18.*Rendimiento de coronta en t/ha, según dosis.*

O. M.	Dosis en L/ha	Rdto de coronta en t/ha	Signif.
1	2.0	0.96	a
2	1.5	0.85	b
3	1.0	0.79	b
4	0.5	0.71	c
Promedio		0.83	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN, mostró diferencias altamente significativas entre los promedios obtenidos, se encontró cinco sub conjuntos distintos, el primer grupo lo conforma Big Hor, Phyllum Gold, Triggrr (2.0 L/ha) y Big Hor (1.5 L/ha) con rendimientos de 1.05, 0.92, 0.91 y 0.90 t/ha de coronta respectivamente, le sigue los tratamientos Big Hor (1.0 L/ha), Phyllum Gold, Triggrr (1.5 L/ha) y Phyllum Gold (1.0 L/ha) con rendimientos de 0.87, 0.86, 0.80 y 0.77 t/ha respectivamente, continua el grupo formado por Triggrr (1.0 L/ha) y Big Hor (0.5 L/ha) con valores similares de 0.75 y 0.74 t/ha, el grupo Triggrr y Phyllum Gold (0.5 t/ha) obtuvieron rendimientos de 0.70 y 0.68 t/ha de coronta respectivamente, quedando rezagado en último lugar el testigo que alcanzó un rendimiento de 0.58 toneladas (Tabla 19).

Tabla 19.

Rendimiento coronta en t/ha, según combinaciones.

OM	Tratamientos	Rendimiento coronta (t/ha)	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	1.05	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	0.92	ab
3	Triggrr – 2.0 L	0.91	ab
4	Big Hor – 1.5 L	0.90	ab
5	Big Hor – 1.0 L	0.87	bc
6	Pyllum Gold – 1.5 L	0.86	bc
7	Triggrr – 1.5 L	0.80	bcd
8	Pyllum Gold – 1.0 L	0.77	bcd
9	Triggrr – 1.0 L	0.75	cd
10	Big Hor - 0.5 L	0.74	cd
11	Triggrr - 0.5 L	0.70	d
12	Pyllum Gold – 0.5 L	0.68	de
13	Testigo	0.58	e
Promedio		0.83	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.4. Altura de mazorca (m)

El análisis de varianza mostró efectos significativos tanto de los bioestimulantes ($p < 0.01$) como de las dosis aplicadas ($p < 0.05$), mientras que la combinación B x D (Bioestimulante por dosis) no hubo significancia estadística (n.s.), indicando que los efectos de los bioestimulantes y las dosis actuaron de manera individual (Tabla 7).

El C.V. (coeficiente de variación) obtenido fue 3.46%, valor que refleja una alta precisión experimental de acuerdo con los criterios de Martínez (1995) y alta homogeneidad de los datos según lo señalado por Toma y Rubio (2008). Este resultado indica un alto nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento (Tabla 7).

El promedio general del experimento fue 1.25 metros, valor similar a la variedad INIA 601 con 1.24 metros, según INIA (2004) de altura de mazorca (Tabla 20).

La comparación de altura de mazorca entre los tratamientos con bioestimulantes y el testigo mostraron diferencias altamente significativas. Los tratamientos que recibieron bioestimulantes

alcanzaron una altura promedio de 1.25 m, superando al testigo, que registró únicamente 1.18 m (Tabla 20).

Tabla 20.

Altura de mazorca en metros, según bioestimulantes versus testigo.

OM.	Tratamientos	Altura de mazorca (m)	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	1.25	a
2	Testigo	1.18	b
	Promedio	1.22	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de cada bioestimulante, se observó que Triggrr y Big Hor alcanzaron la mayor altura de mazorca con 1.27 y 1.26 metros respectivamente, superando estadísticamente a Pyllum Gold, que alcanzó 1.22 m (Tabla 21).

Tabla 21.

Altura de mazorca (m), según bioestimulantes.

OM.	Bioestimulantes	Altura inserción mazorca (m)	Signif.
1	Triggrr	1.27	a
2	Big Hor	1.26	a
3	Pyllum Gold	1.22	b
	Promedio	1.25	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizados en conjunto de los tres bioestimulantes muestra significación estadística, la dosis 2.0 L/ha superó a los demás tratamientos con un valor de 1.32 metros, las dosis 1.5, 1.0 y 0.5 L/ha obtuvieron valores diferentes con 1.28, 1.23 y 1.18 metros respectivamente, o sea que la altura se incrementa a medida que se aumenta la dosis del bioestimulante (Tabla 22).

Tabla 22.*Altura mazorca en metros, según dosis.*

O. M.	Dosis en L/ha	Altura de mazorca en metros	Signif.
1	2.0	1.32	a
2	1.5	1.28	b
3	1.0	1.23	c
4	0.5	1.18	d
Promedio		1.25	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN, mostró diferencias altamente significativas, se encontró 4 sub conjuntos diferentes, en primer lugar el grupo conformado por Big Hor, Triggrr, Phyllum Gold (2.0 L/ha), Triggrr y Big Hor (1.5 L/ha) con valores similares de 1.33, 1.33, 1.29, 1.29 y 1.28 metros respectivamente, sigue Pyllum Gold (1.5 L/ha), Big Hor y Triggrr (1.0 L/ha) con valores similares de 1.25, 1.25 y 1.24 metros respectivamente, continua el tratamiento Triggrr (0.5 L/ha) con 1.21 metros, el grupo formado por Pylum Gold (1.0 L/ha), Big Hor (0.5 L/ha) y el testigo obtuvieron valores de 1.20, 1.19 y 1.18 metros respectivamente, quedando rezagado en último lugar el tratamiento Pylum Gold (0.5 L/ha) que alcanzó 1.14 m (Tabla 23).

Tabla 23.*Altura mazorca (m), según combinaciones.*

OM	Tratamientos	Altura mazorca en metros	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	1.33	a
2	Triggrr – 2.0 L	1.33	a
3	Pyllum Gold – 2.0 L	1.29	ab
4	Triggrr – 1.5 L	1.29	ab
5	Big Hor – 1.5 L	1.28	ab
6	Pyllum Gold – 1.5 L	1.25	bc
7	Big Hor – 1.0 L	1.25	bc
8	Triggrr – 1.0 L	1.24	bc
9	Triggrr – 0.5 L	1.21	c
10	Pyllum Gold - 1.0 L	1.20	cd
11	Big Hor - 0.5 L	1.19	cd
12	Testigo	1.18	cd
13	Pyllum Gold – 0.5 L	1.14	d
Promedio		1.25	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.5. Altura de planta (m)

El ANOVA indica que las dosis evaluadas tuvieron un efecto altamente significativo sobre esta característica, lo que demuestra que variar la cantidad aplicada de bioestimulante influye de manera importante en la altura alcanzada por las plantas. En contraste, el tipo de bioestimulante no mostró diferencias significativas, lo que sugiere que, independientemente del producto utilizado, la respuesta en altura fue similar. Asimismo, no se detectó interacción significativa entre tipo de bioestimulante y dosis, lo que significa que el comportamiento de las dosis no depende del bioestimulante aplicado (Tabla 7)

El C.V. (coeficiente de variación) obtenido fue 1.91%, valor que refleja una alta precisión experimental y alta homogeneidad de los datos según lo señalado por Toma y Rubio (2008). Este resultado indica un alto nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento (Tabla 7). En tanto el promedio general del experimento fue 2.30 metros, valor superior a la variedad INIA 601 con 2.16 metros, según INIA (2004) (Tabla 24).

La comparación altura de planta obtenido en cada uno de los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, indica diferencia altamente significativa, siendo superior la altura de planta obtenido al aplicar los bioestimulantes con 2.30 metros, en comparación al testigo que obtuvo 2.17 metros (Tabla 24).

Tabla 24.

Altura de planta (m), según bioestimulantes versus testigo.

OM.	Tratamientos	Altura planta en metros	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	2.30	a
2	Testigo	2.17	b
	Promedio	2.24	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de cada bioestimulante, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose valores muy similares entre Big Hor, Pyllum Gold y Triggrr, con 1.32, 1.29 y 1.29 metros de altura de planta respectivamente (Tabla 25).

Tabla 25.

Altura de planta (m), según bioestimulantes.

OM.	Bioestimulantes	Altura planta en metros	Signif.
1	Big Hor	2.32	a
2	Pyllum Gold	2.29	a
3	Triggrr	2.29	a
	Promedio	2.30	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al evaluar las dosis en conjunto con los tres bioestimulantes, se observó que la dosis de 2.0 L/ha registró la mayor altura de planta con 2.35 metros. Las dosis de 1.5 y 1.0 L/ha presentaron valores similares, con 2.31 y 2.29 metros respectivamente, y fueron estadísticamente superiores a 0.5 L/ha, que alcanzó 2.25 metros. En conjunto, dichos resultados indican que la altura de planta aumenta significativamente conforme se incrementa la dosis aplicada (Tabla 26).

Tabla 26.*Altura de planta (m), según dosis.*

OM.	Dosis (L/ha)	Altura planta en metros	Signif.
1	2.0	2.35	a
2	1.5	2.31	b
3	1.0	2.29	b
4	0.5	2.25	c
Promedio		2.30	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN, mostró diferencias altamente significativas entre promedios, se encontró 4 sub conjuntos diferentes, en primer lugar, el grupo conformado por Big Hor, Phyllum Gold (2.0 L/ha), Big Hor (1.5 L/ha), Triggrr (2.0 L/ha), Triggrr, Phyllum (1.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con valores similares de 2.37, 2.35, 2.34, 2.33, 2.30, 2.30 y 2.30 metros de altura de planta respectivamente, le sigue el tratamiento Phyllum Gold (1.0 L/ha) con 2.29 metros, continua el grupo formado por Triggrr (1.0 L/ha, Triggrr (0.5 L/ha) y Big Hor (0.5 L/ha) con valores similares de 2.27, 2.26 y 2.26 metros respectivamente, el tratamiento Phyllum Gold (0.5 L/ha) obtuvo 2.22 metros, quedando rezagado en último lugar el testigo que alcanzó 2.17 m (Tabla 27).

Tabla 27.*Altura de planta (m), según combinaciones.*

OM	Tratamientos	Altura de planta (m)	Sign.
1	Big Hor – 2.0 L	2.37	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	2.35	ab
3	Big Hor – 1.5 L	2.34	abc
4	Triggrr – 2.0 L	2.33	abc
5	Triggrr – 1.5 L	2.30	abc
6	Pyllum Gold – 1.5 L	2.30	abc
7	Big Hor – 1.0 L	2.30	abc
8	Pyllum Gold – 1.0 L	2.29	bc
9	Triggrr – 1.0 L	2.27	cd
10	Triggrr - 0.5 L	2.26	cd
11	Big Hor - 0.5 L	2.26	cd
12	Pyllum Gold – 0.5 L	2.22	de
13	Testigo	2.17	e
Promedio		2.30	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.6. Área foliar (cm²)

El análisis de varianza mostró que las dosis de aplicación ejercieron un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) sobre el área foliar del maíz morado INIA 601, indicando que la variación en la cantidad aplicada influye de manera directa y marcada en el desarrollo foliar de las plantas; en contraste, ni los bioestimulantes, ni la interacción entre bioestimulantes y dosis mostraron diferencias estadísticas, lo que evidencia que el tipo de bioestimulante no modifica sustancialmente esta característica y que las dosis actúan de forma independiente del producto utilizado (Tabla 7).

El CV (coeficiente de variación) fue 2.98% indica una alta precisión experimental y muy buena homogeneidad en los datos obtenidos del experimento (Tabla 7). En tanto el promedio general del experimento fue 794.91 cm² de área foliar (Tabla 28).

La comparación entre el área foliar obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, indica diferencia altamente significativa, siendo superior el

área foliar obtenido al aplicar los bioestimulantes con 794.91 cm², en comparación al testigo que obtuvo 724.70 cm² (Tabla 28).

Tabla 28.

Área foliar (cm²), según bioestimulantes versus testigo.

OM.	Tratamientos	Área foliar (cm ²)	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	794.91	a
2	Testigo	724.70	b
	Promedio	759.81	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al separar el efecto independiente de los tres bioestimulantes, no hubo significación estadística para ningún tratamiento, encontrándose valores similares para Pyllum Gold, Triggrr y Big Hor con 800.75, 797.78, 786.21 cm² respectivamente (Tabla 29).

Tabla 29.

Área foliar (cm²), según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	Área foliar (cm ²)	Signif.
1	Pyllum Gold	800.75	a
2	Triggrr	797.78	a
3	Big Hor	786.21	a
	Promedio	794.91	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizados en conjunto de los tres bioestimulantes mostró alta significación estadística para cada dosis, el primero y superior se ubica la dosis 2.0 L/ha con 827.89 cm², seguido de las dosis de 1.5, 1.0 y 0.5 L/ha con valores de 807.23, 782.88 y 761.65 cm² de área foliar, o sea que el área foliar se incrementa a medida que se aumenta la dosis del bioestimulante (Tabla 30).

Tabla 30.*Área foliar (cm²), según dosis.*

OM	Dosis en L/ha	Área foliar (cm ²)	Signif.
1	2.0	827.89	a
2	1.5	807.23	b
3	1.0	782.88	c
4	0.5	761.65	d
Promedio		794.91	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN mostró diferencias altamente significativas entre promedios, se encontró seis sub conjuntos distintas, el primer grupo estuvo formado por Big Hor, Triggrr y Phyllum Gold (2.0 L/ha), Phyllum Gold, Triggrr y Big Hor (1.5 L/ha) con valores de 831.20, 829.11, 823.36, 818.00, 806.79 y 796.89 cm² respectivamente, sigue Phyllum Gold y Triggrr (1.0 L/ha) con valores similares de 790.29 y 788.20 cm² respectivamente, continua los tratamientos Phyllum Gold (0.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con valores de 771.33 y 770.10 cm² respectivamente, el tratamiento Triggrr (0.5 L/ha) obtuvo 767.01 cm² de área foliar, Big Hor (0.5 L/ha) obtuvo 746.63 cm², quedando rezagado en último lugar el testigo que alcanzó 724.cm² (Tabla 31).

Tabla 31.*Área foliar (cm²), según combinaciones.*

OM	Tratamientos	Área foliar (cm ²)	Sign.
1	Big Hor – 2.0 L	831.20	a
2	Triggrr – 2.0 L	829.11	a
3	Pyllum Gold – 2.0 L	823.36	ab
4	Pyllum Gold – 1.5 L	818.00	ab
5	Triggrr – 1.5 L	806.79	abc
6	Big Hor – 1.5 L	796.89	abcd
7	Pyllum Gold – 1.0 L	790.29	bcd
8	Triggrr – 1.0 L	788.20	bcd
9	Pyllum Gold – 0.5 L	771.33	cde
10	Big Hor - 1.0 L	770.10	cde
11	Triggrr - 0.5 L	767.01	de
12	Big Hor – 0.5 L	746.63	ef
13	Testigo	724.70	f
Promedio		794.91	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.7. Número de hileras por mazorca

El análisis de varianza mostró que las dosis de aplicación tuvieron un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) sobre el número de hileras por mazorca, indicando que la cantidad aplicada influye de manera importante en esta característica del rendimiento; en cambio, los bioestimulantes y la interacción no mostraron efectos significativos, lo que evidencia que el tipo de bioestimulante no modifica sustancialmente el número de hileras y que las dosis actúan de manera independiente (Tabla 7).

El CV (coeficiente de variación) fue 3.31% indicando una muy buena precisión experimental y consistencia en los datos obtenidos (Tabla 7). En tanto el promedio general del experimento fue 11.22 hileras, valor que se encuentra en el rango a lo reportado por el INIA (2004) de 10 – 12 hileras por mazorca (Tabla 32).

La comparación del número de hileras por mazorca entre los tratamientos con bioestimulantes versus el testigo presentó diferencias altamente significativas, destacando que la

aplicación de bioestimulantes incrementó esta característica, alcanzando un promedio de 11.22 hileras, en tanto que el testigo registró 10.05 hileras (Tabla 32).

Tabla 32.

Número de hileras por mazorca, según bioestimulantes versus testigo.

OM	Tratamientos	N° hileras/mazorca	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	11.22	a
2	Testigo	10.05	b
	Promedio	10.64	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de los tres bioestimulantes, no se observaron diferencias significativas entre ellos, ya que los valores obtenidos fueron estadísticamente similares; no obstante, Triggrr presentó un mayor número promedio de hileras/mazorcas con 11.29, seguido por Big Hor con 11.28 y Pyllum Gold alcanzó 11.09 hileras (Tabla 33).

Tabla 33.

Número de hileras por mazorcas, según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	N° hileras/mazorca	Signif.
1	Triggrr	11.29	a
2	Big Hor	11.28	a
3	Pyllum Gold	11.09	a
	Promedio	11.22	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizados en conjunto de los tres bioestimulantes muestra mayor número de hileras con la dosis 2.0 L/ha con 11.67 hileras. Asimismo las dosis de 1.5 y 1.0 L/ha fueron similares entre ellas con 11.33 y 11.13 hileras y fueron significativamente superiores a la dosis 0.5 L/ha con 10.74 hileras, o sea que el número de hileras se incrementa a medida que se aumenta la dosis del bioestimulante (Tabla 34).

Tabla 34.*Número de hileras por mazorca, según dosis.*

OM	Dosis en L/ha	N° hileras/mazorca	Signif.
1	2.0	11.67	a
2	1.5	11.33	b
3	1.0	11.13	b
4	0.5	10.74	c
Promedio		11.22	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el análisis de las combinaciones, la prueba de DUNCAN, presentó diferencias altamente significativas entre promedios, se encontró cinco sub conjuntos distintos, el primer grupo estuvo formado por Big Hor, Triggrr, Pyllum Gold (2.0 L/ha), Big Hor, Triggrr (1.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con 11.73, 11.68, 11.60, 11.53, 11.35 y 11.28 hileras por mazorca respectivamente, sigue los tratamientos Pyllum Gold (1.5 L/ha) y Triggrr (1.0 L/ha) con valores iguales de 11.13 hileras, de igual manera Pyllum Gold (1.0 L/ha) y Triggrr (0.5 L/ha) obtuvieron valores iguales 11.00 hileras, continua el grupo Pyllum Gold y Big Hor (0.5 L/ha) con valores similares de 10.63 y 10.60 hileras respectivamente, quedando rezagado en último lugar el testigo que alcanzó 10.05 hileras (Tabla 35).

Tabla 35.

N° de hileras/mazorca, según combinaciones.

OM	Tratamientos	N° hileras/mazorca	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	11.73	a
2	Triggrr - 2.0 L	11.68	a
3	Pyllum Gold – 2.0 L	11.60	ab
4	Big Hor – 1.5 L	11.53	abc
5	Triggrr - 1.5 L	11.35	abc
6	Big Hor – 1.0 L	11.28	abc
7	Pyllum Gold – 1.5 L	11.13	bcd
8	Triggrr – 1.0 L	11.13	bcd
9	Pyllum Gold – 1.0 L	11.00	cd
10	Triggrr - 0.5 L	11.00	cd
11	Pyllum Gold – 0.5 L	10.63	d
12	Big Hor – 0.5 L	10.60	d
13	Testigo	10.05	e
Promedio		11.22	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.8. Número de granos por hilera

El análisis de varianza detectó efectos altamente significativos ($p < 0.01$) tanto para los bioestimulantes como para dosis sobre número de granos por hilera del maíz morado INIA 601, indicando que ambos factores influyen de manera importante en esta característica productiva. En cambio, la combinación no fue significativa (n. s.), indicando que los efectos de las dosis son consistentes entre los diferentes bioestimulantes (Tabla 7).

El CV (coeficiente de variación) fue 3.53%, valor que muestra una muy buena precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos (Tabla 7). En tanto el promedio general del experimento fue 23.31 granos por hilera, valor inferior a lo reportado por INIA (2004) con 25 granos (Tabla 36).

Al comparar el número de granos por hilera de los tratamientos con bioestimulantes y el testigo, mostró diferencias estadísticas entre ellos, registrándose un promedio de 23.31 granos por

hilera con la aplicación de bioestimulantes, superior al valor obtenido en el testigo, que alcanzó 20.55 granos por hilera (Tabla 36).

Tabla 36.

Número de granos por hilera, según bioestimulantes y el testigo.

OM	Tratamientos	N° granos por hilera	Signif.
1	Bioestimulantes	23.31	a
2	Testigo	20.55	b
Promedio		21.93	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de los tres bioestimulantes, se observaron diferencias altamente significativas entre los promedios, destacando Big Hor como el tratamiento superior con 24.19 granos por hilera, seguido de Pyllum Gold y finalmente Triggrr registró 22.48 granos (Tabla 37).

Tabla 37.

Número de granos por hilera, según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	N° granos/hilera	Signif.
1	Big – Hor	24.19	a
2	Pyllum Gold	23.25	b
3	Triggrr	22.48	c
Promedio		23.31	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La separación de las dosis analizadas en conjunto de los tres bioestimulantes muestra mayor número de granos con la dosis 2.0 L/ha con 24.51 granos. Asimismo las dosis 1.5 y 1.0 L/ha fueron similares entre ellas con 23.38 y 23.07 granos y fueron significativamente superiores a la dosis 0.5 L/ha con 22.29 granos. Esto indica que el número de granos por hilera aumenta significativamente en la medida que se incrementa la dosis del bioestimulante, evidenciando una respuesta positiva del cultivo al mayor nivel de aplicación (Tabla 38).

Tabla 38.*Número de granos por hilera, según dosis.*

O. M.	Dosis en L/ha	Nº granos por hilera	Signif.
1	2.0	24.51	a
2	1.5	23.38	b
3	1.0	23.07	b
4	0.5	22.29	c
Promedio		23.31	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La prueba de Duncan aplicada a las combinaciones de tratamientos evidenció diferencias altamente significativas entre los promedios, estableciéndose siete subgrupos estadísticamente distintos. El primer grupo estuvo conformado por Big Hor (2.0 L/ha), Pyllum Gold (2.0 L/ha) y Big Hor (1.5 L/ha), con promedios de 25.38, 24.50 y 24.35 granos por hilera, respectivamente. A continuación, se ubicó el grupo integrado por Big Hor (1.0 L/ha), Triggrr (2.0 L/ha), Pyllum Gold (1.5 L/ha) y Big Hor (0.5 L/ha), con valores de 23.83, 23.65, 23.35 y 23.23 granos, respectivamente. El tratamiento Pyllum Gold (1.0 L/ha) registró 23.08 granos, mientras que Triggrr (1.5 L/ha) alcanzó 22.43 granos por hilera. Posteriormente, el grupo formado por Triggrr (1.0 L/ha) y Pyllum Gold (0.5 L/ha) obtuvo 22.30 y 22.09 granos, respectivamente; el tratamiento Triggrr (0.5 L/ha) alcanzó 21.55 granos, quedando finalmente el testigo en el último lugar con 20.55 granos (Tabla 39).

Tabla 39.

Número de granos por hilera, según combinaciones.

OM	Tratamientos	N° granos/hilera	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	25.38	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	24.50	ab
3	Big Hor – 1.5 L	24.35	abc
4	Big Hor – 1.0 L	23.83	bc
5	Triggrr – 2.0 L	23.65	bcd
6	Pyllum Gold – 1.5 L	23.35	bcde
7	Big Hor– 0.5 L	23.23	bcde
8	Pyllum Gold – 1.0 L	23.08	cde
9	Triggrr – 1.5 L	22.43	def
10	Triggrr - 1.0 L	22.30	ef
11	Pyllum Gold – 0.5 L	22.09	ef
12	Triggrr – 0.5 L	21.55	fg
13	Testigo	20.55	g
Promedio		23.31	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.9. Peso de 100 granos (g)

EL ANOVA mostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$) tanto para bioestimulantes como para dosis sobre el peso de 100 granos del maíz morado INIA 601, lo que indica que ambos factores influyen de manera importante en esta característica de calidad y rendimiento. En contraste, la interacción no fue significativa, evidenciando que la respuesta de las dosis fue similar entre los diferentes bioestimulantes (Tabla 7).

El coeficiente de variación de 6.82% refleja una buena precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos (Tabla 7). El promedio general del experimento fue de 49.77 gramos, valor que supera al reportado para la variedad INIA 601, la cual presenta 45.62 gramos por 100 granos según INIA (2004) (Tabla 40).

La comparación entre el peso de 100 semillas obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, indica diferencia altamente significativa, siendo superior el

peso obtenido al aplicar los bioestimulantes con 49.77 gramos, en comparación al testigo que obtuvo 41.44 gramos (Tabla 40).

Tabla 40.

Peso de 100 granos (g), según bioestimulantes y el testigo.

O. M.	Tratamientos	Peso de 100 granos (g)	Signif.
1	Bioestimulantes	49.77	a
2	Testigo	41.44	b
	Promedio	45.61	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de los tres bioestimulantes, se observaron diferencias altamente significativas entre los promedios, destacando que Big Hor y Pyllum Gold registraron valores similares de 51.31 y 50.94 gramos, respectivamente, siendo ambos superiores a Triggrr, que obtuvo 47.05 gramos (Tabla 41).

Tabla 41.

Peso de 100 granos (g), según bioestimulantes.

O. M.	Bioestimulantes	Peso 100 granos (g)	Signif.
1	Big Hor	51.31	a
2	Pyllum Gold	50.94	a
3	Triggrr	47.05	b
	Promedio	49.77	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

El análisis conjunto de las dosis de los tres bioestimulantes presentó una alta significancia estadística entre los niveles evaluados, ubicándose como la dosis superior la de 2.0 L/ha con un promedio de 55.98 gramos, seguida por las dosis de 1.5, 1.0 y 0.5 L/ha, que registraron 52.11, 47.40 y 43.58 gramos, respectivamente. Esto indica que el peso de 100 granos aumenta significativamente a medida que se incrementa la dosis del bioestimulante (Tabla 42).

Tabla 42.*Peso de 100 granos (g), según dosis.*

O. M.	Dosis en L/ha	Peso 100 granos (g)	Sigñif.
1	2.0	55.98	a
2	1.5	52.11	b
3	1.0	47.40	c
4	0.5	43.58	d
Promedio		49.77	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Para combinaciones, la prueba de DUNCAN mostró diferencias altamente significativas entre los promedios, se encontró siete sub conjuntos distintos, el primer grupo estuvo formado por Pyllum Gold, Big Hor, (2.0 L/ha) y Big Hor (1.5 L/ha) con un peso de 59.13, 56.71 y 54.24 gramos respectivamente, los tratamientos Triggrr (2.0 L/ha) y Pyllum Gold (1.5 L/ha) alcanzaron pesos similares 52.10 y 51.71 gramos respectivamente, el grupo formado por Triggrr (1.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) obtuvieron valores de 50.38 y 49.05 gramos respectivamente, el tratamiento Pyllum Gold (1.0 L/ha) obtuvo 48.03 gramos, en tanto que Big Hor (0.5 L/ha) alcanzó 45.25 gramos, el grupo Triggrr (1.0 L/ha) y Pyllum Gold (0.5 L/ha) obtuvieron pesos similares 45.11 y 44.90 gramos respectivamente, quedando en el último lugar el testigo y Triggrr (0.5 L/ha) con pesos de 41.44 y 40.60 gramos respectivamente (Tabla 43).

Tabla 43.

Peso de 100 granos (g), según combinaciones.

OM	Tratamientos	Peso de 100 granos (g)	Sign.
1	Pyllum Gold – 2.0 L	59.13	a
2	Big Hor – 2.0 L	56.71	ab
3	Big Hor – 1.5 L	54.24	abc
4	Triggrr – 2.0 L	52.10	bcd
5	Pyllum Gold – 1.5 L	51.71	bcd
6	Triggrr – 1.5 L	50.38	cde
7	Big Hor– 1.0 L	49.05	cdef
8	Pyllum Gold – 1.0 L	48.03	def
9	Big Hor– 0.5 L	45.25	efg
10	Triggrr - 1.0 L	45.11	fg
11	Pyllum Gold – 0.5 L	44.90	fg
12	Testigo	41.44	g
13	Triggrr - 0.5 L	40.60	g
Promedio		49.77	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.1.10. Porcentaje de pudrición de mazorca (%)

El ANOVA (análisis de varianza) mostró diferencias significativas ($p < 0.01$) tanto para bioestimulantes como para dosis sobre el porcentaje de pudrición de mazorca en el maíz morado INIA 601, lo que indica que ambos factores influyen de manera importante en la incidencia de esta afección. En cambio, la interacción no fue significativa, lo que sugiere que el efecto de las dosis fue similar en los diferentes bioestimulantes (Tabla 7).

El CV (coeficiente de variación) fue 32.2% indicando una variabilidad moderada en los datos, atribuible posiblemente a condiciones ambientales o biológicas propias del cultivo (Tabla 7). El promedio general del experimento fue 5.98% de pudrición de mazorca (Tabla 44), valor muy por debajo (12.22%) a lo reportado por Diaz, A & Díaz, M. (2023) en su trabajo de investigación.

La comparación del porcentaje de pudrición de mazorca entre los tratamientos con bioestimulantes y el testigo mostró diferencias altamente significativas, evidenciándose un menor

porcentaje de pudrición en los tratamientos con bioestimulantes, con un promedio de 5.98%, en contraste el testigo registró la mayor incidencia de pudrición con 10.02% (Tabla 44).

Tabla 44.

Porcentaje pudrición de mazorca (%), según bioestimulante y el testigo.

OM	Tratamientos	Pudrición de mazorca (%)	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	5.98	a
2	Testigo	10.02	b
	Promedio	8.00	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de los tres bioestimulantes, se observaron diferencias altamente significativas entre los promedios, destacando Pyllum Gold por presentar el menor porcentaje de pudrición de mazorca (4.33%), mientras que Triggrr registró el mayor porcentaje (7.77%); por su parte, Big Hor obtuvo un valor intermedio de 5.86% de pudrición (Tabla 45).

Tabla 45.

Porcentaje pudrición de mazorca (%), según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	% pudrición	Signif.
1	Pyllum Gold	4.33	a
2	Big Hor	5.86	b
3	Triggrr	7.77	c
	Promedio	5.98	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

El análisis conjunto de las dosis de los tres bioestimulantes presentó una alta significancia estadística entre los niveles evaluados, registrándose el porcentaje más bajo de pudrición de mazorca con la dosis de 2.0 L/ha, alcanzando un valor de 4.02% y el mayor porcentaje con la dosis de 0.5 L/ha (8.27%). Las dosis intermedias de 1.5 y 1.0 L/ha presentaron valores de 5.15 y 6.50%, respectivamente. En general, se observa que la pudrición de mazorca aumenta significativamente al disminuir la dosis del bioestimulante (Tabla 46).

Tabla 46.

Porcentaje pudrición de mazorca (%), según dosis.

OM	Dosis (L/ha)	% pudrición	Signif.
1	2.0	4.02	a
2	1.5	5.15	b
3	1.0	6.50	c
4	0.5	8.27	d
Promedio		5.98	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Para combinaciones, la prueba de DUNCAN, mostró diferencias altamente significativas entre los promedios, se encontró cinco sub conjuntos distintos, el primer grupo estuvo formado por Pyllum Gold (2.0 L/ha), Pyllum Gold (1.5 L/ha), Big Hor (2.0 L/ha), Pyllum Gold (1.0 L/ha), Big Hor (1.5 L/ha), Triggrr (2.0 L/ha), Pyllum Gold (0.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con porcentajes menores en pudrición de mazorca con 3.02, 3.57, 3.76, 4.73, 4.96, 5.27, 6.00 y 6.44% respectivamente, el tratamiento Triggrr (1.5 L/ha) obtuvo 6.92% de pudricion, los tratamiento Big Hor (0.5 L/ha) y Triggrr (1.50 L/ha) obtuvieron 8.28 y 8.34%, Por su parte, el testigo registró un 10.02% de pudrición de mazorca, mientras que el mayor porcentaje se observó en el tratamiento Triggrr (0.5 L/ha), que alcanzó 10.53%, evidenciando una mayor susceptibilidad a la pudrición en las dosis más bajas (Tabla 47).

Tabla 47.

% pudrición de mazorca, según combinaciones.

OM	Tratamientos	% de pudrición	Signif.
1	Pyllum Gold – 2.0 L	3.02	a
2	Pyllum Gold – 1.5 L	3.57	a
3	Big Hor – 2.0 L	3.76	ab
4	Pyllum Gold – 1.0 L	4.73	ab
5	Big Hor– 1.5 L	4.96	ab
6	Triggrrr – 2.0 L	5.27	abc
7	Pyllum Gold – 0.5 L	6.00	abc
8	Big Hor– 1.0 L	6.44	abc
9	Triggrrr - 1.5 L	6.92	bcd
10	Big Hor - 0.5 L	8.28	cd
11	Triggrrr – 1.0 L	8.34	cd
12	Testigo	10.02	de
13	Triggrrr - 0.5 L	10.53	e
Promedio		5.98	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.2. Calidad de maíz morado

De acuerdo con el INIA (2022), la calidad del maíz morado se determina principalmente por las dimensiones de la mazorca, cuya longitud media es de 17,5 cm y su diámetro de 4,6 cm, además de su contenido de antocianinas, que alcanza 6,34% en la coronta y 3,03% en la panca. Asimismo, establecen las siguientes categorías de clasificación basadas en el tamaño de la mazorca, las cuales se presentan en la Tabla 48.

Tabla 48.

Tamaño de mazorca variedad INIA 601.

Calidad	Parámetro de tamaño/mazorca
1ra calidad	> 15 cm
2da calidad	5 - 14 cm
3ra calidad	< 5 cm

Fuente: INIA (2022)

4.2.1. Longitud de mazorca (cm)

El ANOVA (análisis de varianza), mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) tanto para bioestimulantes como para dosis sobre la longitud de mazorca, lo que indica que ambos factores influyeron de manera importante en esta característica de rendimiento. En contraste, la interacción no fue significativa, lo que sugiere que el efecto de las dosis fue similar entre los distintos bioestimulantes (Tabla 7)

El CV (coeficiente de variación) fue 3.09%, indicando una alta precisión experimental y uniformidad en los datos, lo que da confiabilidad a los resultados obtenidos. El promedio general del experimento fue 16.35 cm, valor que se ubica dentro del rango de mazorcas de primera calidad establecido para la variedad INIA 601, que corresponde a longitudes mayores de 15 cm según INIA (2022) (Tabla 49).

La comparación de longitud de mazorca mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. El uso de bioestimulantes alcanzó una longitud promedio de 16.35 cm, valor superior al registrado por el testigo, que obtuvo 14.68 cm. Estos resultados indican que la aplicación de bioestimulantes favoreció significativamente el crecimiento de la mazorca en comparación con la condición sin aplicación (Tabla 49).

Tabla 49.

Longitud de mazorca (cm), según bioestimulantes versus testigo.

OM	Tratamientos	Longitud mazorca (cm)	Signif.
1	Bioestimulantes	16.35	a
2	Testigo	14.68	b
	Promedio	15.52	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar por separado el efecto de los tres bioestimulantes, se observó una diferencia altamente significativa. El bioestimulante Big Hor registró la mayor longitud de mazorca con 17.09

cm, mientras que Pyllum y Triggrr presentaron valores estadísticamente similares de 16.16 y 15.81 centímetros respectivamente (Tabla 50)

Tabla 50.

Longitud de mazorca (cm), según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	Longitud de mazorca	Signif.
1	Big Hor	17.09	a
2	Pyllum Gold	16.16	b
3	Triggrr	15.81	b
Promedio		16.35	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

El análisis conjunto de las dosis aplicadas a los tres bioestimulantes evidenció que la dosis de 2.0 L/ha obtuvo la mayor longitud de mazorca, con un promedio de 17.01 cm. De igual forma, las dosis de 1.5 y 1.0 L/ha mostraron valores estadísticamente similares, con 16.53 y 16.18 cm, respectivamente, y superaron significativamente a la dosis con 0.5 L/ha, que obtuvo 15.68 centímetros. En general, dicha característica aumentó significativamente conforme se incrementó la dosis del bioestimulante (Tabla 51).

Tabla 51.

Longitud de mazorca (cm), según dosis.

OM	Dosis (L/ha)	Longitud mazorca	Signif.
1	2.0	17.01	a
2	1.5	16.53	b
3	1.0	16.18	b
4	0.5	15.68	c
Promedio		16.35	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Para combinaciones, la prueba de DUNCAN, mostró diferencias altamente significativas entre los promedios, se encontró siete sub conjuntos distintos, el primer grupo conformado por Big Hor (2.0 L/ha), Big Hor (1.5 L/ha), Pyllum Gold (2.0 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con valores de 17.58, 17.36, 17.01 y 16.86 cm respectivamente, sigue Big Hor (0.5 L/ha), Triggrr (2.0 L/ha) y

Pyllum Gold (1.5 L/ha) con 16.56, 16.45 y 16.40 cm respectivamente, continua Pyllum Gold (1.0 L/ha) y Triggrr (1.5 L/ha) con valores 16.03 y 15.81 cm respectivamente, el tratamiento Triggrr (1.0 L/ha) obtuvo 15.66 cm, en tanto que Triggrr (0.5 L/ha) alcanzó 15.30 cm, Pyllum Gold (0.5 L/ha) obtuvo 15.19 cm, quedando rezagado en último lugar el testigo con 14.68 centímetros (Tabla 52).

Tabla 52.

Longitud de mazorca (cm), según combinaciones.

OM	Tratamientos	Longitud mazorca	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	17.58	a
2	Big Hor – 1.5 L	17.36	a
3	Pyllum Gold – 2.0 L	17.01	ab
4	Big Hor – 1.0 L	16.86	ab
5	Big Hor - 0.5 L	16.56	bc
6	Triggrr– 2.0 L	16.45	bcd
7	Pyllum Gold – 1.5 L	16.40	bcd
8	Pyllum Gold – 1.0 L	16.03	cde
9	Triggrr – 1.5 L	15.81	cdef
10	Triggrr - 1.0 L	15.66	def
11	Triggrr - 0.5 L	15.30	efg
12	Pyllum Gold – 0.5 L	15.19	fg
13	Testigo	14.68	g
Promedio		16.35	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.2.2. Diámetro de mazorca (cm)

El ANOVA (análisis de varianza), presento diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) tanto para bioestimulantes como entre las dosis evaluadas, lo que indica que ambos factores influyeron de manera importante en esta característica. Por otro lado, la combinación no fue significativo, indicando que el efecto de las dosis fue similar para los tres bioestimulantes (Tabla 7).

El CV (coeficiente de variación) fue 6.06%, valor que refleja una buena precisión experimental (Tabla 7). El diámetro promedio de mazorca alcanzado en el experimento fue de 5.37

cm, situándose dentro del rango considerado de primera calidad para la variedad INIA 601, según los criterios establecidos por el INIA (2022) (Tabla 53)

La comparación entre diámetro de mazorca obtenido entre los tratamientos a base de bioestimulantes en relación al testigo, indica diferencia altamente significativa, siendo superior el diámetro de mazorca obtenido al aplicar los bioestimulantes con 5.37 cm, en comparación al testigo que obtuvo 4.45 cm (Tabla 53).

Tabla 53.

Diámetro mazorca (cm), según bioestimulantes versus testigo.

OM	Tratamientos	Diámetro mazorca	Signif.
1	Promedio bioestimulantes	5.37	a
2	Testigo	4.45	b
	Promedio	4.91	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar de manera independiente el efecto de los tres bioestimulantes, mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Big Hor y Pyllum Gold registraron los mayores diámetros de mazorca con 5.64 y 5.43 centímetros respectivamente, mientras que Triggrr alcanzó 5.05 centímetros (Tabla 54).

Tabla 54.

Diámetro de mazorca (cm), según bioestimulantes.

OM	Bioestimulantes	Diámetro de mazorca	Signif.
1	Big Hor	5.64	a
2	Pyllum Gold	5.43	a
3	Triggrr	5.05	b
	Promedio	5.37	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

El análisis conjunto de las dosis aplicadas a los tres bioestimulantes mostró una alta significación estadística entre los tratamientos. La dosis de 2.0 litros alcanzó el mayor diámetro con 5.85 centímetros, seguida por las dosis de 1.5, 1.0 y 0.5 litros con 5.5, 5.2 y 4.93 centímetros

respectivamente. En general, el diámetro de mazorca aumentó significativamente conforme se incrementó la dosis del bioestimulante (Tabla 55).

Tabla 55.

Diámetro de mazorca (cm), según dosis.

OM	Dosis (L/ha)	Diámetro mazorca	Signif.
1	2.0	5.85	a
2	1.5	5.50	b
3	1.0	5.20	c
4	0.5	4.93	d
Promedio		16.35	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

La prueba de Duncan aplicada a las combinaciones de tratamientos mostró diferencias estadísticas significativas, identificándose ocho subgrupos diferentes. En primer lugar el grupo conformado por Big Hor y Pyllum Gold a la dosis de 2.0 litros con diámetros de 6.25 y 5.86 centímetros respectivamente. Sigue un segundo grupo integrado por Big Hor y Pyllum Gold (1.5 L/ha), Triggrr (2.0 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha), con valores de 5.70, 5.63, 5.44 y 5.43 cm. Pyllum Gold (1.0 L/ha) registró 5.29 cm, mientras que Big Hor (0.5 L/ha) y Triggrr (1.5 L/ha) obtuvieron 5.18 y 5.16 cm, respectivamente. Por su parte, Pyllum Gold (0.5 L/ha) y Triggrr (1.0 L/ha) alcanzaron 4.93 y 4.90 cm, y Triggrr (0.5 L/ha) 4.70 cm. Finalmente, el testigo absoluto presentó el menor valor con 4.45 centímetros (Tabla 56).

Tabla 56.

Diámetro mazorca (cm), según combinaciones.

OM	Tratamientos	Diámetro mazorca	Signif.
1	Big Hor – 2.0 L	6.25	a
2	Pyllum Gold – 2.0 L	5.86	ab
3	Big Hor – 1.5 L	5.70	bc
4	Pyllum Gold – 1.5 L	5.63	bcd
5	Triggrr - 2.0 L	5.44	bcde
6	Big Hor – 1.0 L	5.43	bcde
7	Pyllum Gold – 1.0 L	5.29	cdef
8	Big Hor – 0.5 L	5.18	defg
9	Triggrr – 1.5 L	5.16	defg
10	Pyllum Gold – 0.5 L	4.93	efgh
11	Triggrr - 1.0 L	4.90	fgh
12	Triggrr – 0.5 L	4.70	gh
13	Testigo	4.45	h
Promedio		5.37	

Nota. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas.

4.2.3. Contenido de antocianina de coronta (%)

El ANOVA de Duncan aplicado al factor bioestimulante por dosis para el porcentaje de antocianinas en la coronta, presentó diferencias estadísticas significativas, identificándose 5 subgrupos distintos. En primer lugar el grupo conformado por **Pyllum Gold (2.0 L/ha)**, **Triggrr (2.0 L/ha)** y **Triggrr (1.5 L/ha)** con valores de 4.88, 4.80 y 4.62% respectivamente que muestran el mejor porcentaje de antocianinas, le sigue el grupo conformado por **Pyllum Gold (1.5 L/ha)** y **Triggrr (1.0 L/ha)** con valores de 4.42 y 4.31% respectivamente que tienen un porcentaje de antocianinas bueno, pero ligeramente inferior al primer grupo, continua el grupo conformado por Big Hor (2.0 L/ha), Pyllum Gold (1.0 L/ha), Pyllum Gold (0.5 L/ha, Big Hor (1.5 L/ha) y Big Hor (1.0 L/ha) con valores de 3.66, 3.58, 3.58, 3.56 y 3.52% respectivamente, los tratamientos Triggrr (0.5 L/ha) y Big Hor 0.5 L/ha) alcanzaron valores de 2.55 y 2.50% respectivamente, quedando en el último lugar el testigo con 2.33% de antocianinas, lo que indica, que **no aplicar bioestimulantes se obtiene bajo porcentaje, que cualquier dosis de los productos evaluados** (Tabla 57).

Tabla 57.

Contenido de antocianinas de la coronta, según combinaciones.

OM	Tratamientos	Porcentaje antocianinas (%)	Sign.
1	Pyllum Gold - 2.0 L	4.88	a
2	Triggrr - 2.0 L	4.80	a
3	Triggrr - 1.5 L	4.62	a
4	Pyllum Gold - 1.5 L	4.42	b
5	Triggrr - 1.0 L	4.31	b
6	Big Hor - 2.0 L	3.66	c
7	Pyllum Gold - 1.0 L	3.58	c
8	Pyllum Gold - 0.5 L	3.58	c
9	Big Hor - 1.5 L	3.56	c
10	Big Hor - 1.0 L	3.52	c
11	Triggrr - 0.5 L	2.55	d
12	Big Hor - 0.5 L	2.50	d
13	Testigo	2.33	e
Promedio		3.72	

Nota. Datos analizados en el Laboratorio de Productos Naturales de Exportación SA (2024)

El promedio fue 3.72% de antocianinas (Tabla 57), valor superior (2.99%) a lo reportado por Díaz, A & Díaz, M. (2023) en su trabajo de investigación.

El mayor porcentaje de antocianinas en la coronta, se atribuye al efecto positivo de la dosis más alta de bioestimulantes, lo que indica que estos productos son más eficaces a concentraciones elevadas. Esto confirma que el uso de bioestimulantes genera un impacto favorable en la acumulación de antocianinas, aunque la magnitud de dicho efecto varía según la dosis aplicada y el tipo de producto utilizado.

4.3. Estudio económico

En la Tabla 58 se muestran los valores asociados al rendimiento del cultivo, los costos de producción (considerados en S/ 6,000, excluyendo tanto el costo de los bioestimulantes como su aplicación), el ingreso total, los gastos correspondientes a la adquisición del bioestimulante y a su aplicación, así como el costo total, el beneficio neto obtenido (diferencia entre ingreso total y costo total) y el índice de rentabilidad (relación IT/CT). Para el análisis económico se tomó como

referencia el precio de comercialización del maíz morado en la ciudad de Cutervo durante julio de 2024, fijado en S/ 4.00 por kilogramo, lo que permitió estimar la proporción de recuperación de la inversión inicial.

El tratamiento que alcanzó la mayor rentabilidad fue la aplicación del bioestimulante Big Hor en dosis de 2.0 litros, que generó un beneficio neto de S/ 14300.00 y un índice de rentabilidad de 2.13; es decir, por cada sol invertido se recupera el capital y se obtiene un retorno adicional de S/ 1.13. En comparación, el tratamiento testigo presentó un índice de rentabilidad de 0.78, lo cual resalta la ventaja económica derivada del uso de bioestimulantes en la producción de maíz morado.

Asimismo, todos los tratamientos con aplicación de bioestimulantes presentaron índices de rentabilidad superiores a 1.0, reflejando ganancias económicas positivas, incluso en las dosis menores de 1.5, 1.0 y 0.5 L/ha. Desde una perspectiva agronómica, el uso de bioestimulantes no solo incrementó el rendimiento en peso de mazorca, sino que también mejoró las características físicas del grano, favoreciendo su calidad comercial.

Finalmente, los cálculos de costos se realizaron considerando los precios del mercado local, así como los costos promedio de jornales agrícolas, insumos y servicios de aplicación, proporcionando una estimación realista de las condiciones de producción en el distrito de Cutervo.

Tabla 58.*Estudio económico.*

Tratamientos	Rdto. mazorca (t/ha)	Costo Bioest/tratamiento	Coston aplicac. Bioest.	Costo Producción (S/.)	Costo total (S/.)	IT (S/.)	IT - CT (S/.)	IT/CT (%)
Big Hor – 2.0 L	5.25	200.00	500.00	6000.00	6700.00	21000.00	14300.00	2.13
Pyllum Gold – 2.0 L	4.59	270.00	500.00	6000.00	6770.00	18360.00	11590.00	1.71
Trigrrr – 2.0 L	4.55	240.00	500.00	6000.00	6740.00	18200.00	11460.00	1.70
Big Hor – 1.5 L	4.52	150.00	500.00	6000.00	6650.00	18080.00	11430.00	1.72
Big Hor – 1.0 L	4.33	100.00	500.00	6000.00	6600.00	17320.00	10720.00	1.62
Pyllum Gold – 1.5 L	4.29	202.50	500.00	6000.00	6702.50	17160.00	10457.50	1.56
Trigrrr – 1.5 L	4.01	180.00	500.00	6000.00	6680.00	16040.00	9360.00	1.40
Pyllum Gold – 1.0 L	3.86	135.00	500.00	6000.00	6635.00	15440.00	8805.00	1.33
Trigrrr – 1.0 L	3.74	120.00	500.00	6000.00	6620.00	14960.00	8340.00	1.26
Big Hor - 0.5 L	3.72	50.00	500.00	6000.00	6550.00	14880.00	8330.00	1.27
Trigrrr - 0.5 L	3.49	60.00	500.00	6000.00	6560.00	13960.00	7400.00	1.13
Pyllum Gold – 0.5 L	3.40	67.50	500.00	6000.00	6567.50	13600.00	7032.50	1.07
Testigo	2.89	0.00	500.00	6000.00	6500.00	11560.00	5060.00	0.78
Máximo índice de rentabilidad							14300.00	2.13

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la aplicación de tres bioestimulantes y sus niveles de dosis influyen significativamente en el rendimiento y la calidad del maíz morado (*Zea mays L.*) variedad INIA 601, evidenciándose incrementos respecto al testigo; el tratamiento Big-Hor a 2.0 L/ha alcanzó el mayor rendimiento de mazorca (5.25 t/ha) frente a 2.89 t/ha del testigo, así como mejoras en longitud (16.35 cm) y diámetro de mazorca (5.37 cm), confirmando el efecto positivo de los bioestimulantes en condiciones de campo.

Se evaluaron las características biométricas del maíz morado INIA 601 en Cutervo, Cajamarca, evidenciándose diferencias significativas entre tratamientos, donde variables como número de hileras (11.22), número de granos por hilera (23.31) y peso de 100 granos (49.77 g) mostraron incrementos asociados a la aplicación de bioestimulantes, reflejando un mejor desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.

Se identificó la dosis más eficiente de los bioestimulantes evaluados, determinándose que la aplicación de 2.0 L/ha optimiza el rendimiento del cultivo, destacando Big-Hor con 5.25 t/ha, lo que evidencia una respuesta positiva del cultivo a mayores niveles de dosis dentro del rango evaluado.

Se evaluó la calidad de mazorca y el contenido de antocianinas del maíz morado, observándose mejoras asociadas a los tratamientos; Pyllum Gold a 2.0 L/ha registró el mayor contenido de antocianinas (4.88%), mientras que los bioestimulantes incrementaron el tamaño de mazorca respecto al testigo, evidenciando efectos en la calidad física y funcional.

Se determinó la rentabilidad económica del uso de bioestimulantes, evidenciándose que Big-Hor a 2.0 L/ha presentó el mayor beneficio neto (S/ 14300.00) e índice de rentabilidad (2.13), confirmando la viabilidad económica de su aplicación en el cultivo.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar las investigaciones sobre el uso de bioestimulantes en maíz morado en diferentes zonas agroecológicas de la provincia de Cutervo, con el fin de validar y ajustar las dosis óptimas según las condiciones locales.

Fomentar la adopción del bioestimulante Big Hor en programas de producción de maíz morado, priorizando la dosis de 2.0 L/ha, por su comprobada efectividad agronómica y económica.

Promover la siembra con manejo orgánico complementado con bioestimulantes naturales, para obtener un producto de mayor calidad, con menor incidencia de pudrición y alto contenido de antocianinas.

Impulsar el cultivo de maíz morado como una alternativa económica viable para los productores del distrito de Cutervo, dado su potencial rentable y su valor agregado en el mercado nacional e internacional.

Evaluar en futuras investigaciones la interacción de bioestimulantes con abonos orgánicos o biológicos, para potenciar la sostenibilidad del sistema productivo y mejorar la eficiencia del uso de insumos agrícolas.

VII. REFERENCIAS

- Abendroth, L. J., Elmore, R. W., Boyer, M. J., & Marlay, S. K. (2011). *Corn growth and development*. Iowa State University Extension.
- Cai, T., Ge-Zhang, S., & Song, M. (2023). Anthocyanins in metabolites of purple corn. *Frontiers in Plant Science, 14*, 1154535. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1154535>
- Cevallos-Casals, B. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from Andean purple corn and red-fleshed sweetpotato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(11), 3313–3319. <https://doi.org/10.1021/jf034109c>
- Chilcón, M. & Quintos, I. (2024) *Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) Variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Cutervo, Cajamarca, Perú.
- Díaz, A. & Díaz, M. (2023) “Efecto del momento y dosis de aplicación de dos reguladores de crecimiento, en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays L.*) Variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020 -2021 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Cutervo, Perú.
- Du Jardín, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae, 196*, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- García, S. D. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGI. México. 4 p.
- INIA (2004). *Tríptico de maíz morado variedad INIA 601*. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca.
- INIA (2022). Guía de manejo del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*). Lima – Perú. 158 pág. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Lima - Perú.
- Jing, P., Noriega, V., Schwartz, S. J., & Giusti, M. M. (2007). Effects of growing conditions on purple corn cob (*Zea mays L.*) anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55*(21), 8625–8629. <https://doi.org/10.1021/jf070755q>
- Kang, M. K., Li, J., Kim, J. L., Gong, J. H., Kwak, S. N., Park, J. H. Y., Lee, J. Y., Lim, S. S., & Kang, Y. H. (2012). Purple corn anthocyanins inhibit diabetes-associated glomerular monocyte activation and macrophage infiltration. *American Journal of Physiology-Renal Physiology, 303*(7), F1060–F1069. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00106.2012>
- Kiniry, J. R., & Bonhomme, R. (1991). *Predicting maize phenology*. En J. Hanks & J. T. Ritchie (Eds.), *Modeling plant and soil systems* (pp. 115–131). American Society of Agronomy.
- Lao, F., Sigurdson, G. T., & Giusti, M. M. (2017). Health benefits of purple corn (*Zea mays L.*) phenolic compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16*(2), 234–246. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12249>

- Li, J., Van Gerrewey, T., & Geelen, D. (2022). A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 836702. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>
- Lobato, C. (2024). *Efecto de la bioestimulación magnética de semillas en el rendimiento y calidad del maíz morado INIA 601 en Cajamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Mendoza, D. Y., & Anacleto, C. (2022). *Evaluación de dos híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) y aplicación de Bio-Mass bajo condiciones de déficit hídrico en Lambayeque* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Ndou, V., Mditshwa, A., Siwela, M., & Tesfay, S. Z. (2024). Maize grain yield and quality improvement through biostimulant application: A systematic review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *24*, 4025–4049. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01687-z>
- Pedreschi, R., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antimutagenic and antioxidant properties of phenolic fractions from Andean purple corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *54*(13), 4557–4567. <https://doi.org/10.1021/jf0531050>
- Pedreschi, R., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). Phenolic profiles of Andean purple corn (*Zea mays* L.). *Food Chemistry*, *100*(3), 956–963. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.004>
- Ramos-Escudero, F., Muñoz, A. M., Alvarado-Ortíz, C., Alvarado, Á., & Yáñez, J. A. (2012). Purple corn (*Zea mays* L.) phenolic compounds profile and its assessment as an agent against oxidative stress in isolated mouse organs. *Journal of Medicinal Food*, *15*(2), 206–215. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0342>
- Rocha y Espinoza. (2013). *Efecto de seis tratamientos nitrogenados bajo riego localizado de 2.8 l de agua/metro lineal/día en la producción de chilote en el cultivo del maíz (Zea mays L.), variedad NB-S, a una densidad poblacional de 125,000 ptas ha⁻¹* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Zhang, X., & Schmidt, R. E. (1999). Biostimulating turfgrasses. *Grounds Maintenance*, *34*, 14–15.
- Zuta, L. C. (2024). *Evaluación de cuatro bioestimulantes aplicados en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de maíz choclero INIA 603 (Zea mays L.) en el distrito de Cajaruro – Amazonas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico - químico del suelo. Caserío Chugur – Cutervo, 2023.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 060719-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : WALTER RONI LLAMO SILVA
 Propietario / Productor : WALTER RONI LLAMO SILVA
 Dirección del cliente* : CAS. CHUGUR/CUTERVO/CAJAMARCA
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestras
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s)* : CHUGUR/CUTERVO/CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo* : 21/10/2023
 Fecha de recepción de muestra(s)* : 23/10/2023
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 01/11/2023
 Cotización del servicio : 190-24-BI
 Fecha de emisión : 02/11/2023

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1						
Código de Laboratorio	SU0753-BI-23						
Matriz Analizada	Suelo						
Fecha de Muestreo*	21/10/2023						
Hora de Inicio de Muestreo (h)*	10:00						
Condición de la muestra	Conservada						
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Parcela						
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH		0,1	6,2				
Acidez Intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	< LC				
Aluminio Intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	< LC				
Carbonatos de Calcio equivalente (**)	%	0,5	-				
Materia Orgánica	%	0,1	3,9				
Fósforo disponible (**)	mg/kg	0,5	33,1				
Potasio disponible (**)	mg/kg	0,5	112,0				
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	7,9				
Análisis de Textura							
Arena (**)	%	-	28				
Ardilla (**)	%	-	37				
Limo (**)	%	-	35				
Clase Textural (**)	-	-	Franco Ardilloso				



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 060719-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Acidez Intercambiable y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la Acidez y Aluminio Intercambiable.
Carbonatos de Calcio equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonatos de Calcio
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10 AS-10 / Ítem 7.1.11 AS-11. 2000. Determinación de Fósforo (Validado)
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12 AS-12. 2000. Determinación de Potasio (Validado)

IV. CONSIDERACIONES.

- Estado en las que Ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este Informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- El laboratorio no realizó el muestreo de suelos
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- Medición de C.e. realizada a 25 °C

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el <LC> Por debajo del límite de Cuantificación

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Mariela Cervantes Peralta - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca.

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonia: FAU 20131385904 soft
Índice: Soy el autor del documento



Instituto Nacional de Innovación Agraria



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6,6 - 7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 – 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 – 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO

Clasificación	mg/kg de P
Bajo	<5.5
Medio	6.5 - 11
Alto	>11

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CIC (Cmol/Kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	< 5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 – 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonio FAU 20131305884 soft
Motivo: Soy el autor del documento



Instituto Nacional de Innovación Agraria



PERÚ
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente Kg/Ha			Cantidades en Tn/Ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	ESTIERCOL
SU0753-BI-23	Maíz	105	40	60	-	2,10

PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra	
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque	
Urea	

Programa de Fertilización	Siembra	Aporque
N		
P ₂ O ₅		
K ₂ O		

Fuente	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Azufre
Urea				

PLAN DE ABONO ORGANICO

Abonamiento Kg/Ha - Siembra
Incorporar Materia Orgánica Procesada

COMENTARIOS:



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonio FAU 20131385994 soft
Motivo: Soy el autor del
documento

Anexo 2. Tríptico del cultivo de maíz morado variedad INIA 601

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INIA
Instituto Nacional de
Investigación y Extensión Agraria

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

MAIZ INIA 601

**VARIEDAD MEJORADA DE MAÍZ MORADO
PARA LA SIERRA NORTE DEL PERÚ**

MAÍZ INIA 601

INTRODUCCION

En la sierra peruana existe una amplia variabilidad de maíces con potencial de utilización industrial y de exportación; uno de ellos es el maíz morado que contiene pigmento morado a negro tanto en el grano como en la tusa, y se le conoce como Kulli, Cusco Morado, Morado Canteño, Morado de Caráz, Negro de Parubamba, entre otros.

La intensidad del color depende de la acción conjunta de varios genes por lo que es muy difícil la introducción de esta característica en variedades de alto rendimiento y amplia adaptación. Sin embargo, el ex-Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA) del INIA, pone a disposición de los maiceros de la sierra norte del país una variedad de polinización abierta que conjuga bien estas tres características: color, rendimiento y adaptación.

Con un poco de inversión y buena atención al cultivo, el agricultor de la Sierra Norte puede obtener ganancias adicionales con la siembra de la variedad INIA 601, por cuanto los maíces morados tienen una demanda nacional e internacional insatisfecha.

ORIGEN

INIA 601 (INIA NEGRO) se originó en 1990 en la Sub Estación Experimental de Cajabamba.

La población "NEGRO" se formó con 256 progenies, 108 de la variedad Morado de Caráz y 148 progenies de la variedad local Negro de Parubamba.

Walter Abanto, Alicia Medina, Pedro Injante
Ingenieros Agrónomos, Investigadores del Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz • EE Baños del Inca • Cajamarca.

El mejoramiento se realizó mediante selección recurrente de medios hermanos, incidiendo fundamentalmente en el color morado intenso de tusa y grano, precocidad, prolificidad mayor a 1,5 rendimiento, buen tipo de planta y sanidad de mazorca.

En total se realizaron 6 ciclos de selección con una ganancia promedio de 0,20 t/ha/ciclo.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD

Altura de planta	: 2,16 m
Altura de mazorca	: 1,24 m
Días a floración femenina	: 98
Días a maduración	: 170
Unidades calor a la floración	: 875,7 ± 8,1° Cd
Hojas normales	: lanceoladas
Número de hojas por planta	: 12
Número de mazorcas por planta	: 1 a 2
Forma de la mazorca	: ligeramente cónica
Color de la mazorca	: morado intenso
Color de tusa	: morado
Longitud de mazorca	: 17,5 cm
Diámetro de mazorca	: 4,6 cm
Número de hileras	: 10 a 12
Número de granos por hilera	: 26
Consistencia del grano	: harinosa
Longitud del grano	: 13 mm
Ancho del grano	: 11 mm
Espesor	: 5 mm
Porcentaje de desgrane	: 78
Peso de 1000 semillas	: 456,2 g
Potencial de rendimiento	: 6,0 t/ha
Rendimiento en campo de agricultor	: 3,0 t/ha

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL CULTIVO

INIA 601 es una variedad de polinización abierta que se adapta muy bien a la sierra norte del Perú (departamentos de Cajamarca, La Libertad y Piura). Debe sembrarse entre 2 600 y 2 900 msnm.

Siembra

Debe efectuarse en los meses de octubre y noviembre con el inicio de las lluvias; para tener 50 000 plantas/ha emplear 35 kg de semilla de buena calidad; distanciar los surcos a 0,80 m y sembrar 3 semillas/golpe cada 0,50 m y al desahije dejar 2 plantas/golpe.

Para asegurar una buena germinación y emergencia, utilizar semilla de buena calidad y antes de la siembra tratar los 35 kg de semilla con 150 g de Orthene PS.

Control de malezas

Elimine oportunamente las malezas haciendo un deshierbo oportuno. Si es posible utilizar herbicida a base de atrazina en la dosis comercial recomendada, aplique en terreno con humedad antes de la emergencia del maíz. Mantenga limpio su cultivo hasta la floración.

Fertilización

Fertilice teniendo en cuenta el análisis de suelo. Se recomienda aplicar la fórmula 90-45-00 kg de NPK/ha, dividiendo el N: 1/3 en el primer deshierbo y 2/3 antes de la floración.

Control de plagas

Cuando el clima es seco, se presenta ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para evitar los daños se debe aplicar el insecticida granulado Diptex p.e. en la dosis comercial recomendada.

Para evitar el ataque de los gusanos mazorqueros *Heliothis zea* y *Euxesta spp*, al momento de la floración femenina, aplicar 3 gotas de aceite comestible a los pistilos con ayuda de un gotero o de un mechón de lana, en 3 oportunidades (con una semana de intervalo). La dosis es de 3 litros de aceite/ha/aplicación.

Cosecha

Considerando que la comercialización de este maíz se hace en mazorca con una humedad de grano mayor a 15%, es necesario cosecharlo en plena madurez fisiológica.

El tiempo que demore la cosecha del maíz, a partir de este punto, coadyuvará a la pérdida de calidad del producto.

Antes de la comercialización eliminar las mazorcas que presenten signos de pudrición o presencia del hongo *Penicillium spp* (se presenta como polvo de color azul-verdoso, muy notorio entre los granos o sobre la superficie de la tusa).

No almacene 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

Con la variedad INIA 601 se puede preparar la sabrosa "chicha morada", la riquísima "mazamorra morada" y la no menos famosa "aloja o aloha". Al preparar la chicha morada, luego de sacarle el colorante, las mazorcas hervidas sirven para alimentar aves y porcinos principalmente.

Amigo Agricultor

- Si quieres obtener mayor ganancia en tus cosechas, siembra la nueva variedad de maíz INIA 601 (INIA NEGRO).
- Para asegurar buena germinación y uniforme emergencia de plántulas, utiliza siempre semilla de buena calidad.
- Si tienes problemas en tus cultivos consulta a los especialistas de la Estación Experimental Baños del Inca del INIA.

Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca
Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca.
Apartado 169, Cajamarca - Perú.
Telefax: (076) 838386 E-mail: bincad@inia.gob.pe

Anexo Cajabamba. Pampa Grande (Cungunday)
km. 4,5 de la Carretera Cajabamba a Cajamarca.



Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1
Telefax: 349-6631 / 349-5625
http://www.inia.gob.pe E-mail: public@inia.gob.pe

Anexo 3. Análisis de porcentaje de antocianinas en tuza, 2024.



CLIENTE : WALTER RONI LLAMO SILVA
 MUESTRA : CORONTA DE MAIZ MORADO
 FECHA ANALISIS : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

Identificación (Código o nombre)	Peso análisis (g)	Observancia	Pureza/ concentración (%)
Big Hor - 1.5 L	0,3844	0,672	3,56
Big Hor - 2.0 L	0,3800	0,683	3,66
Big Hor - 1.0 L	0,3836	0,663	3,52
Big Hor - 0.5 L	0,5336	0,655	2,50
Pyllum Gold - 1.0 L	0,3754	0,660	3,58
Pyllum Gold - 2.0 L	0,3043	0,729	4,88
Testigo	0,6197	0,709	2,33
Pyllum Gold - 0.5 L	0,3868	0,680	3,58
Triggrr - 2.0 L	0,3006	0,708	4,80
Triggrr - 1.0 L	0,3247	0,687	4,31
Triggrr - 1.5 L	0,3040	0,689	4,62
Triggrr - 0.5 L	0,5534	0,693	2,55
Pyllum Gold - 1.5 L	0,3048	0,661	4,42

PRODUCTOS NATURALES DE EXPORTACIÓN S.A.
 PRONEX S.A.

 ING. JENNY FERNANDEZ S.
 TECHNICAL MANAGER

HEAD OFFICE & FACTORY: Jr. Los Titanes 236, La Campiña, Chorrillos, Lima 9 - Perú
 Telephone: (51-1) 251-6630 (51-1) 251-6880 Fax: (51-1) 251-3696
 e-mail: pronex@pronex.com.pe

Anexo 4. Costo de producción de maíz morado

COSTOS PRODUCCION MAÍZ MORADO						
CULTIVO	: Maíz morado			EPOCA DE SIEMBRA	: Noviembre	
VARIEDAD	: INIA 601			EPOCA DE COSECHA	: Julio	
AREA	: 1.0 ha.			CAMPAÑA AGRICOLA	: 2023 - 2024	
NIVEL TECNICO	: Medio			FECHA DE COSTEO	: 22/07/24	
I. COSTOS DIRECTOS						
A. MANO DE OBRA						
	LABOR	MES	UND.	N° UND.	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL
a.PREPARACION DE TERRENO						
	Limpieza de campo	Noviembre	Jornal	1	40.00	40.00
	Chaleo, junta y quema	Noviembre	Jornal	1	40.00	40.00
	Desterronamiento	Noviembre	Jornal	1	40.00	40.00
b.SIEMBRA						
	Desinfección y siembra	Noviembre	Jornal	10	40.00	400.00
	Resiembra	Diciembre	Jornal	1	40.00	40.00
c.LABORES CULTURALES						
	Abonamiento (1° y 2°)	Nov. - Ene.	Jornal	10	40.00	400.00
	Desahije	Diciembre	Jornal	1	40.00	40.00
	Deshierbo	Enero	Jornal	6	40.00	240.00
	Cargadores de agua	Dic. - Mayo	Jornal	4	40.00	160.00
	Control Fitosanitario	Dic. - Mayo	Jornal	4	40.00	160.00
	Aplicación bioestimulantes	Dic. - Ene.	Jornal	10	50.00	500.00
d.COSECHA						
	Despanque	Julio	Jornal	10	40.00	400.00
	Carguío	Julio	Jornal	4	40.00	160.00
	Ensacado	Julio	Jornal	4	40.00	160.00
	Guardiana	Julio	Jornal	2	40.00	80.00
TOTAL MANO DE OBRA						3,540.00
B. YUNTA Y EQUIPOS						
	Barbecho	Setiembre	Yunta	3.00	60.00	180.00
	Cruza	Octubre	Yunta	3.00	60.00	180.00
	Surcado	Noviembre	Yunta	1.00	60.00	60.00
TOTAL YUNTA Y EQUIPOS						420.00
C. INSUMOS						
	Semilla	Octubre	Kg	40.00	15.00	600.00
	Fertilizantes:					
	Urea	Octubre	Bolsa	4.04	95.00	383.80
	Superfosfato Triple Calcio	Octubre	Bolsa	1.24	153.00	189.72
	Cloruro de potasio	Octubre	Bolsa	0.00	95.00	0.00
	Pesticidas					
	Crucial	Octubre	0.25 L	1.00	45.00	45.00
	Magistral	Octubre	L	1.00	75.00	75.00
	Wettex	Octubre	L	1.00	28.00	28.00
	Big - Hor	Octubre	L	2.00	100.00	200.00
	Pyllum Gold	Octubre	L	2.00	135.00	270.00
	Triggr	Octubre	L	2.00	120.00	240.00
	Aceite comestible					
	Análisis de suelos	Octubre	Unidad	1.00	50.00	50.00
	Sacos	Junio	Unidad	105.00	1.00	105.00
TOTAL INSUMOS						2,222.52
D. TRANSPORTE						
	Transporte de:					
	Semilla	Octubre	Quintales	1.00	10.00	10.00
	Fertilizantes	Octubre	Quintales	6.00	10.00	60.00
	Pesticidas	Octubre	KG - Lt	0.92	10.00	9.16
TOTAL DE TRANSPORTE						79.16
CONSOLIDADO						
I. COSTOS DIRECTOS (CD) (S/.)			6,261.68			
	A. Mano de obra		3,540.00			
	B. Yunta y Equipos		420.00			
	C. Insumos		2,222.52			
	D. Transporte		79.16			
II. COSTOS INDIRECTOS (CI) (S/.)			438.32			
	E. Imprevistos (2% de CD)		125.23			
	F. Asistencia técnica (5% de CD)		313.08			
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (S/.)			6,700.00			
RESULTADO ECONOMICO						
	Rendimiento (kg)	5,250.00				
	Precio kilo (S/.)	4.00				
	Valor bruto producción (S/.)	21,000.00				
	Costo Producción (S/.)	6,700.00				
	Utilidad neta (S/.)	14,300.00				
	Indice rentabilidad	2.13				

Anexo 5. Láminas fotográficas



Foto 1. Toma de muestra de suelo para análisis de fertilidad



Foto 2. Preparación de terreno del campo experimental



Foto 3: Surcado del campo experimental



Foto 4. Diseño del campo experimental



Foto 5. Diseño del campo experimental



Foto 6. Siembra de maíz morado variedad INIA 601



Foto 7. Deshierbo del maíz morado del campo experimental



Foto 8. Preparación de bioestimulantes para la aplicación foliar en el cultivo de maíz morado



Foto 9: Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de maíz morado



Foto 10: Aplicación de bioestimulantes en el campo experimental de maíz morado



Foto 11. Cultivo de maíz morado en etapa de crecimiento y desarrollo



Foto 12. Campo experimental de maíz morado



Foto 13. Evaluación altura de planta y número de hojas del cultivo de maíz morado



Foto 14. Experimento de maíz morado en madurez fisiológica



Foto 15. Cosecha de maíz morado del campo experimental



Foto 16. Despanque de maíz morado



Foto 17. Evaluación de mazorca de maíz morado



Foto 18. Evaluación de mazorca de maíz morado



Foto 19. Mazorcas de maíz morado de cada unidad experimental

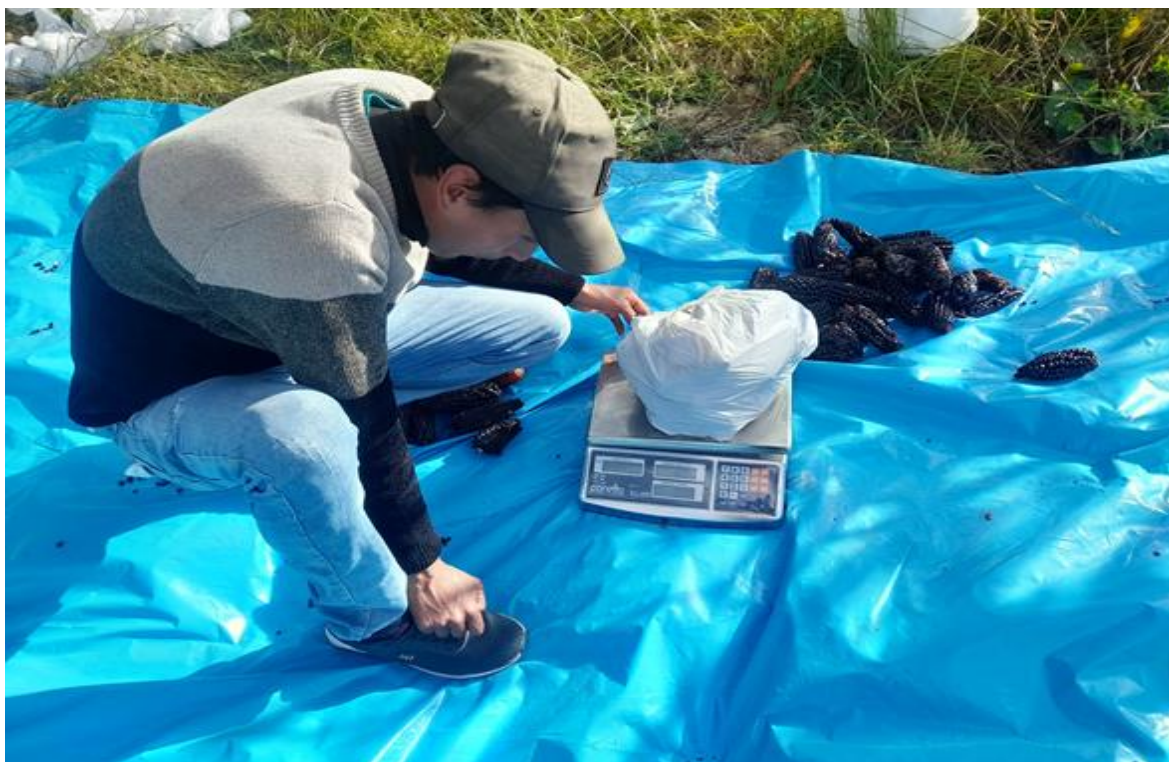


Foto 20. Peso de mazorcas de maíz morado de cada unidad experimental



Foto 21. Desgrane de maíz morado de cada unidad experimental



Foto 22. Peso de grano y coronta de maíz morado de cada unidad experimental



Foto 23. Mazorcas de maíz morado para toma de muestra para evaluación de antocianina



Foto 24. Preparación de muestra de mazorca para enviar al laboratorio