UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

T E S I S

Efecto de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Romel Jarol ORTIZ ACUÑA

Asesor:

Mg. Iván SOTOMAYOR CORDOVA

La Merced – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

T E S I S

Efecto de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA	**Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA**
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 019-2026/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

ORTIZ ACUÑA, Romel Jarol

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis
Efecto de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo

Asesor
Ing. SOTOMAYOR CORDOVA, Iván

Índice de similitud
6 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 28 de abril de 2026

Firmado digitalmente por HUANES TOVAR Luis Antonio FAU 20104800246 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.04.2026 12:55:55 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
FCPR/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedico este logro con gratitud a mis padres, quienes han sido mi apoyo constante a lo largo de mi trayectoria. Su compañía en los momentos desafiantes y sus palabras de aliento me han impulsado a seguir avanzando. Este resultado no habría sido posible sin el amor y la dedicación que siempre me han brindado, y por ello les estaré eternamente agradecido por confiar en mí en cada etapa de este recorrido.

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, quienes con su amor incondicional y constante apoyo han sido la base que me permitió avanzar en este camino. Su confianza en mí ha sido mi mayor inspiración para llegar hasta aquí. A mis hermanos, por sus palabras siempre alentadoras, y a mis abuelos, por su cariño y cercanía, les agradezco de corazón por ser mi refugio en los momentos más difíciles. Este logro no habría sido posible sin el respaldo de todos ustedes.

Extiendo mi gratitud a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, específicamente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía - La Merced, por brindarme un espacio donde pude crecer tanto académica como profesionalmente. También agradezco al área de Investigaciones, cuya disposición y constante apoyo fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta tesis. Su confianza en mi trabajo y el entorno de aprendizaje que me ofrecieron marcaron una diferencia significativa en mi formación.

A mis amigos y compañeros, gracias por estar siempre presentes, tanto en los momentos de alegría como en los de mayor desafío. Ustedes se convirtieron en mi sostén emocional, y su amistad fue esencial para superar las dificultades y mantener la motivación durante este proceso. Sin duda, su compañía hizo que esta experiencia fuera más significativa y llevadera.

Por último, agradezco sinceramente a todos los colegas y colaboradores que participaron de alguna manera en este proyecto de investigación. Su contribución, ya sea en la recolección de datos, la revisión de mi trabajo o a través de sus valiosos comentarios, enriqueció este esfuerzo de formas que nunca imaginé. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo conjunto, y su colaboración fue indispensable para que pudiera hacerse realidad.

A todos ustedes, gracias infinitas por haber sido parte de este trayecto.

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, evaluar cómo la aplicación de tres antiestresantes comerciales influye en la producción de maíz (Zea mays L.) en las condiciones agroclimáticas del distrito de Chanchamayo. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (sin aplicación y tres dosis de antiestresantes) y cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables que se analizaron incluyeron la altura de la planta, el grosor del tallo, el número y tamaño de las hojas, así como las características radiculares y productivas. Los resultados mostraron que la aplicación de los antiestresantes tuvo un impacto significativo en todas las variables evaluadas, con incrementos estadísticamente significativos en la altura de la planta (598.499 F calculada), el grosor del tallo (224.865), el número de hojas (42.951), y la longitud y grosor de las raíces (más de 19), entre otras características. Además, la dosis más alta demostró tener un efecto positivo en la altura de la planta y el rendimiento, lo que valida la hipótesis de que los antiestresantes ayudan a mejorar la resistencia al estrés y contribuyen al aumento del rendimiento productivo. Estos hallazgos están en línea con investigaciones recientes que subrayan el papel beneficioso de los bioestimulantes para mitigar los efectos negativos del estrés ambiental, como el hídrico y térmico, promoviendo un mejor desarrollo vegetativo y rendimiento en cultivos de maíz. La investigación proporciona evidencia sólida para recomendar la implementación de antiestresantes en sistemas productivos que enfrentan condiciones adversas similares a las del distrito de Chanchamayo. En conclusión, el uso adecuado de antiestresantes comerciales se presenta como una estrategia efectiva para mejorar los parámetros agronómicos y productivos en el maíz, optimizando así la rentabilidad y sostenibilidad agrícola en la región y en áreas con características climáticas y edáficas similares.

Palabras clave: Antiestresantes comerciales, Maíz, Rendimiento agrícola, Estrés abiótico, Bioestimulantes.

ABSTRACT

The research work had as its main objective to evaluate how the application of three commercial anti-stress products influences the production of maize (Zea mays L.) under the agroclimatic conditions of the Chanchamayo district. A completely randomized design was used with four treatments (no application and three doses of anti-stress products) and four replications per treatment. The variables analyzed included plant height, stem thickness, number and size of leaves, as well as root and productive characteristics. The results showed that the application of the anti-stress products had a significant impact on all the evaluated variables, with statistically significant increases in plant height (calculated F = 598.499), stem thickness (224.865), number of leaves (42.951), and root length and thickness (over 19), among other characteristics. Furthermore, the highest dose demonstrated a positive effect on plant height and yield, validating the hypothesis that anti-stress products help improve stress resistance and contribute to an increase in productive yield. These findings align with recent research highlighting the beneficial role of biostimulants in mitigating the negative effects of environmental stressors such as drought and heat, promoting better vegetative development and yield in maize crops. The research provides solid evidence recommending the implementation of anti-stress products in productive systems facing adverse conditions similar to those of the Chanchamayo district. In conclusion, the appropriate use of commercial anti-stress products emerges as an effective strategy to improve agronomic and productive parameters in maize, thus optimizing profitability and agricultural sustainability in the region and in areas with similar climatic and edaphic characteristics.

Keywords: Commercial anti-stress products, Maize, Agricultural yield, Abiotic stress, Biostimulants

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (Zea mays L.) resulta esencial para garantizar la seguridad alimentaria y sostener la economía en diversas naciones, entre ellas Perú, donde este cultivo ocupa un lugar destacado en la agricultura nacional (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2020). En la selva central del Perú, particularmente en el distrito de Chanchamayo, el maíz es un cultivo esencial que se adapta a las condiciones climáticas y edáficas de la región, contribuyendo al sustento de muchas familias agrícolas (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). No obstante, elementos como la escasez de agua, las fluctuaciones del clima y las infestaciones de plagas suelen restringir el rendimiento y la calidad de las cosechas de maíz, por lo que urge investigar enfoques para contrarrestar estos impactos negativos.

Los antiestresantes comerciales se han presentado como una alternativa prometedora para mejorar la resiliencia de los cultivos frente a condiciones de estrés. Estos productos, que incluyen reguladores de crecimiento, bioestimulantes y extractos naturales, tienen el potencial de incrementar la capacidad de tolerancia de las plantas a factores de estrés biótico y abiótico (González et al., 2019). Diversos estudios han demostrado que la aplicación de estos compuestos puede fomentar el crecimiento, mejorar la fotosíntesis y aumentar el rendimiento en cultivos como el maíz, especialmente en condiciones adversas (Córdova et al., 2020).

Investigaciones previas han evidenciado el impacto positivo de los antiestresantes en el rendimiento del maíz. Por ejemplo, un estudio realizado por Pérez et al. (2021) en condiciones de estrés hídrico demostró que la aplicación de un bioestimulante comercial resultó en un aumento significativo en el rendimiento de maíz, así como en la calidad de los granos. De manera similar, la investigación de Rojas et al. (2020) encontró que el uso de extractos naturales de plantas como antiestresantes contribuyó a una mayor tolerancia al estrés, lo que se tradujo en un mejor crecimiento y producción.

El distrito de Chanchamayo, caracterizado por su clima cálido y húmedo, presenta oportunidades y desafíos para la producción de maíz. Las condiciones ambientales pueden favorecer el crecimiento del cultivo, pero la variabilidad climática y los eventos extremos,

como las sequías o las lluvias intensas, pueden afectar negativamente su desarrollo (Pérez & Salas, 2019). Por ello, es vital implementar prácticas de manejo que incluyan el uso de antiestresantes para maximizar el potencial productivo del maíz en esta región.

La presente investigación se centra en analizar el impacto de tres antiestresantes de uso comercial sobre la producción de maíz bajo las condiciones prevalecientes en el distrito de Chanchamayo. Se busca determinar cómo estos productos pueden influir en variables de crecimiento y rendimiento, así como su capacidad para mitigar el estrés ambiental que afecta al cultivo. La investigación considera la importancia de seleccionar productos adecuados que se adapten a las condiciones específicas de la región y que ofrezcan beneficios tangibles para los agricultores.

La hipótesis principal de esta investigación postula que el uso de antiestresantes comerciales generará un impacto positivo en el rendimiento del maíz, al potenciar su tolerancia frente a agentes estresantes y promover un mejor desarrollo vegetal. Los hallazgos obtenidos podrían impulsar la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles y eficaces, lo que favorecería a los productores locales y fortalecería la seguridad alimentaria en la zona.

En suma, la investigación sobre el uso de antiestresantes en la producción de maíz en Chanchamayo es relevante no solo por su impacto potencial en el rendimiento del cultivo, sino también por su contribución a la sostenibilidad de la agricultura en la selva central del Perú. Este trabajo busca proporcionar información valiosa que ayude a los productores a optimizar sus prácticas agrícolas y a enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático.

INDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación 3

1.3. Formulación del problema 3

1.3.1. Problema general 3

1.3.2. Problemas específicos 4

1.4. Formulación de objetivos 4

1.4.1. Objetivo general 4

1.4.2. Objetivos específicos 4

1.5. Justificación de la investigación 4

1.6. Limitaciones de la investigación 6

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio 8

2.2. Bases teóricas - científicas 10

2.2.1. El cultivo de maiz 10

2.2.2. Antiestresantes 23

2.3. Definición de términos básicos 33
2.4. Formulación de la hipótesis 34
2.4.1. Hipótesis general 34
2.4.2. Hipótesis específicas 35
2.5. Identificación de variables 35
2.5.1. Variable independiente 35
2.5.2. Variable dependiente 35
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 35

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación 36
3.2. Nivel de investigación 36
3.3. Método de investigación 36
3.4. Diseño de investigación 36
3.4.1. Modelo aditivo lineal 37
3.4.2. Análisis de variancia 37
3.4.3. Tratamientos experimentales 37
3.4.4. Croquis de campo 38
3.5. Población y muestra 38
3.5.1. Población 38
3.5.2. Muestra 38
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 38
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 38
3.8. Tratamiento estadístico 39
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 40

4.1.1. Lugar de ejecución 40
4.1.2. Materiales y equipos 41
4.1.3. Descripción de los tratamientos 42
4.1.4. Evaluación de las variables 42
4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento 42
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 44
4.2.1. Número de mazorcas/planta 44
4.2.2. Longitud de mazorca 45
4.2.3. Diámetro de mazorca 47
4.2.4. Peso de mazorca 48
4.2.5. Número de hileras por mazorca 49
4.2.6. Número de granos por hilera 51
4.2.7. Número de granos por mazorca 52
4.2.8. Peso de 1000 granos 53
4.3. Prueba de hipótesis 54
4.4. Discusión de resultados 56
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Página.

Cuadro 1. Extracción de elementos nutritivos por parte del maíz (Cosecha de 4,5 TM/ha de maíz) 23

Cuadro 2. Recomendación para fertilización. 23

ÍNDICE DE TABLAS

Página.

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable número de mazorcas/planta..... 44

Tabla 2. Prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de mazorcas/planta 45

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca..... 45

Tabla 4. Prueba de significación de Duncan al 5% para la variable longitud de mazorca.... 46

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca 47

Tabla 6. Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de mazorca 47

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable peso de mazorca 48

Tabla 8. Prueba de significación de Duncan al 5% para peso de mazorca 49

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca..... 49

Tabla 10. Prueba de significación de Duncan al 5% para número de hileras por mazorca.. 50

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera 51

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan al 5% para número de granos por hilera 51

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca 52

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan al 5% para número de granos por mazorca . 53

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos 53

Tabla 16. Prueba de significación de Duncan 5% para peso de 1000 granos 54

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las especies de plantas cuyo rango de adaptación a las variadas condiciones medioambientales y de suelo ha permitido su cultivo en casi todo lugar de nuestro planeta, necesita una temperatura de 25 a 30 grados centígrados para un crecimiento óptimo. Necesita mucha luz solar y rinde menos en climas húmedos. Las semillas de maíz requieren una temperatura de 15 a 20 grados centígrados para poder germinar.

El maíz puede tolerar temperaturas bajas de hasta 8 grados centígrados, pero por encima de los 30 grados centígrados se pierde la absorción de nutrientes, minerales y agua, pudiendo sufrir serios problemas. La fructificación requiere una temperatura de 20 a 32 grados centígrados. En términos de humedad, la etapa de crecimiento comprendida entre los 40 a 65 cm requiere mucha agua principalmente en forma de lluvia. Además, el maíz como cultivo es muy exigente para el riego, con nos 5 mm de rendimiento por día.

Es posible regar mediante aspersores o mantas, aunque el riego por aspersión representa el método más común. El cultivo de maíz tiene la capacidad de adaptarse

a diversos tipos de suelos; sin embargo, su desarrollo ideal se da en terrenos cuyo pH se encuentra dentro del rango de 6 a 7. Es importante que estos suelos sean profundos, ricos en materia orgánica y cuenten con un buen sistema de drenaje, ya que esto ayuda a evitar problemas de encharcamiento que podrían perjudicar el crecimiento de sus raíces.

El maíz de las Américas es una de las especies de mayor valor nutritivo a nivel de todo el mundo, y dentro de un solo grupo con el cultivo de arroz y el cultivo de trigo, son consideradas el trío de gramíneas en orden de importancia que se cultivan en el mundo. De manera similar, varias instituciones globales, nacionales y privadas han realizado investigaciones serias a lo largo de los siglos, cuyo objetivo principal es aumentar el rendimiento y la producción de nuevos híbridos y variedades de alto rendimiento.

Los cultivos han crecido significativamente en Perú en los últimos años. Generalmente se superan las 4 t ha^{-1} en las costas norte y sur, pero la productividad sigue siendo baja en zonas como la selva y ceja de selva, con niveles máximos de producción de 2 t ha^{-1}.

El maíz como cultivo es considerado un cereal con gran potencial para la producción de grano, pero es muy sensible a las variaciones ambientales debido a los efectos del cambio climático en el que nos encontramos; Respecto a este tema, los principales factores ambientales limitantes en la selva central del Perú son la limitada disponibilidad de agua, las altas temperaturas, la baja capacidad del suelo en lo que respecta al almacenamiento de agua, la alta demanda atmosférica y las precipitaciones irregulares.

Frente a esta problemática, resulta crucial que los agricultores dispongan de innovaciones tecnológicas para contrarrestar dicho efecto. Los antiestresantes son nuevos productos que cumplen con esta función, sin embargo, esta nueva tecnología debe ser validada para cada cultivo y para cada zona de producción.

Desde esta óptica, la investigación se dirige a examinar el impacto de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz bajo las condiciones del distrito de Chanchamayo, con el propósito de corroborar resultados que faciliten la adopción de estas aplicaciones para potenciar el rendimiento del cultivo.

1.2. Delimitación de la investigación

- Delimitación espacial: El estudio se desarrolló en el distrito de Chanchamayo, provincia de Chanchamayo, región Junín. Esta zona, situada en la selva alta, se extiende entre los paralelos 75º40' y 74º35' de longitud sur, y 11º21' de latitud sur. La altitud en la provincia oscila entre 700 y 1.930 m s. n. m., con la capital distrital a 751 m s. n. m. Presenta un clima tropical —cálido, húmedo y pluvioso—, con una temperatura media anual de 18°C que puede alcanzar los 30°C.
- Delimitación temporal: Los datos considerados en la investigación corresponde a la campaña agrícola 2024 – 2025.
- Delimitación temática: Se construyó a partir de la información sobre la producción de maíz y de su comportamiento agronómico con antiestresantes comerciales.
- Delimitación académica: Este estudio cumple con los requerimientos establecidos por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en cuanto al nivel académico y la organización requerida para los proyectos de tesis de pregrado, en concordancia con las normativas vigentes sobre grados y títulos. Su fundamento se basa en una revisión de bibliografía, textos especializados
- y estudios previos que ofrecen conceptos y teorías esenciales relacionados con la producción de maíz.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones agroclimáticas del distrito de Chanchamayo?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿Cuáles son las variaciones de los componentes de rendimiento con la aplicación de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo?

b) ¿Cuál es la eficiencia de cada antiestresante comercial en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo?

c) ¿Cuál de los tres antiestresantes comerciales resulta mejor en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la aplicación de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones agroclimáticas del distrito de Chanchamayo.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Evaluar las variaciones de los componentes de rendimiento con la aplicación de tres antiestresantes comerciales en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

b) Determinar la eficiencia de cada antiestresante comercial en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

c) Identificar al antiestresante comercial con el mejor efecto en la producción de maíz (*Zea mayz* L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

1.5. Justificación de la investigación

La producción de maíz (Zea mays L.) es esencial para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico peruano, esencialmente en la selva central, donde el cultivo de maíz amarillo es clave para el consumo local como para la industria. La producción

de maíz en el distrito de Chanchamayo, enfrenta desafíos significativos debido a factores climáticos y ambientales que pueden afectar el rendimiento del cultivo (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2020). Por lo tanto, es crucial identificar estrategias que optimicen la producción agrícola en esta región, lo que justifica la necesidad de investigar el uso de antiestresantes comerciales.

El uso de antiestresantes comerciales ha ganado atención en la agricultura moderna, ya que estos productos pueden ayudar a mitigar los efectos del estrés ambiental en las plantas. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de estos compuestos puede mejorar el crecimiento, la salud y el rendimiento de los cultivos bajo condiciones adversas (Córdova et al., 2020). En particular, en regiones donde el maíz se ve afectado por condiciones de sequía o exceso de humedad, la implementación de antiestresantes podría ser una solución efectiva para aumentar la resiliencia del cultivo (González et al., 2019).

La investigación en el efecto de antiestresantes en el maíz es particularmente relevante en el contexto del cambio climático, donde las condiciones climáticas pueden volverse más extremas e impredecibles. Según Pérez y Salas (2019), las fluctuaciones climáticas constituyen uno de los retos más significativos para los productores agrícolas en la selva central peruana, lo que subraya la importancia de explorar prácticas de manejo que puedan ayudar a los cultivos a adaptarse a tales condiciones. Este estudio busca contribuir a este conocimiento al evaluar cómo tres antiestresantes comerciales pueden influir en la producción de maíz en Chanchamayo.

El distrito de Chanchamayo exhibe particularidades agroecológicas distintivas que podrían modular la efectividad de los antiestresantes. Su clima cálido y húmedo, junto con las propiedades del suelo y el microclima, favorecen el cultivo de maíz, aunque también generan vulnerabilidades ante plagas y patógenos. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). Al investigar el efecto de los antiestresantes en esta región, se busca generar información específica que pueda

guiar a los agricultores en la selección de productos adecuados para maximizar el rendimiento del maíz.

La implementación de antiestresantes podría no solo mejorar el crecimiento y rendimiento del maíz, sino también contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles. Como se ha demostrado en investigaciones anteriores, el uso de productos biológicos y naturales puede ser beneficioso para la salud del suelo y la biodiversidad agrícola (Rojas et al., 2020). Esto es especialmente relevante en la selva central, donde las prácticas agrícolas pueden tener un impacto significativo en el ecosistema local.

Además, la investigación sobre antiestresantes tiene el potencial de proporcionar alternativas económicas para los pequeños agricultores en Chanchamayo. La mejora en el rendimiento del maíz puede traducirse en mayores ingresos y una mejor calidad de vida para las familias agrícolas de la región (Pérez et al., 2021). Considerando que muchos agricultores enfrentan desafíos económicos, el éxito de esta investigación podría ofrecer soluciones prácticas y accesibles que beneficien a la comunidad local.

En síntesis, la justificación de este estudio reside en la urgencia de optimizar la producción de maíz frente a condiciones desfavorables en la selva central peruana. La evaluación del efecto de tres antiestresantes comerciales en el rendimiento del maíz en Chanchamayo es fundamental para proporcionar información valiosa que pueda ayudar a los agricultores a enfrentar los retos actuales y futuros. Al hacerlo, se busca contribuir no solo a la seguridad alimentaria, sino también al desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

1.6. Limitaciones de la investigación

La ejecución de esta investigación resulta factible en términos de recursos económicos, humanos y materiales; además, no genera impactos ambientales negativos y se enfocará en el proceso productivo del maíz bajo condiciones ambientales desfavorables.

La producción de maíz en regiones como la selva alta está fuertemente condicionada por factores climáticos, especialmente la disponibilidad y distribución del agua, la cual puede variar considerablemente entre campañas agrícolas y dentro de la misma campaña. Esto puede dificultar la repetibilidad de los resultados y la extrapolación de las conclusiones a otros años o zonas.

Aunque el enfoque del estudio es el efecto de antiestresantes, existen otros factores abióticos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, tipo de suelo) que pueden influir en el rendimiento del maíz y que pueden no ser completamente controlados o aislados en campo abierto, afectando la precisión en la atribución de efectos únicamente a los antiestresantes.

Si el estudio utiliza solo una variedad o híbrido de maíz, los resultados pueden no ser aplicables a otros genotipos con diferente sensibilidad al estrés o a los antiestresantes evaluados. La respuesta de diferentes materiales genéticos puede variar significativamente.

Dado que las condiciones edafoclimáticas de Chanchamayo son particularmente específicas, los resultados y conclusiones podrían no aplicarse de manera directa a otras zonas de selva alta o a distintos sistemas de producción maicera.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Rodríguez (2013) indica que el propósito de su estudio consistió en: analizar el impacto de tres bioestimulantes sobre dos híbridos de maíz (Trueno NB-730 y Triunfo NB-7253), identificar el bioestimulante que optimizara los resultados productivos, evaluar la producción de estos híbridos y realizar un análisis económico. El experimento se diseñó con bloques completos al azar (DBCA), incluyendo 8 tratamientos y 3 repeticiones por cada uno. Se midieron variables como el porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro del tallo, altura de mazorca, diámetro y longitud de mazorca, número de hileras de granos, paja específica, rendimiento de grano y el análisis económico de los tratamientos. El mayor peso promedio de 100 granos se registró en el tratamiento con híbrido Trueno NB-730, Ergostim 2 y E3, alcanzando 37,3 gramos; este valor resultó estadísticamente similar a la mayoría de los tratamientos, salvo los testigos, que mostraron los pesos más bajos. La aplicación foliar de Ergostim a 1 litro/ha influyó de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz, sin diferencias notables entre procesos, pero con superioridad clara frente al control (sin bioestimulantes). El diámetro de la paja y el número de hileras por mazorca fueron determinantes en los mayores rendimientos. Los tratamientos con Cytokin y Evergreen arrojaron rendimientos inferiores a

Ergostim, aunque económicamente viables. El testigo sin fertilizantes foliares presentó los valores más bajos de rendimiento promedio. Del análisis económico se desprende que Ergostim a 1 litro/ha, aplicado 30 días después de la siembra, generó la mayor ganancia neta de 70 qq/ha ($1.155).

Hidalgo (2012) señala que este experimento buscó evaluar el efecto bioestimulante en la mejora del rendimiento de tres híbridos de maíz Agricol XB 801 O, así como determinar la rentabilidad de los tratamientos en función del rendimiento maicero. Las características del suelo incluyeron un pH de 6,5, 2,8% de materia orgánica, 0,10% de nitrógeno, 14,80 ppm de fósforo disponible y 458 kg/ha de potasio. Los tratamientos abarcaron tres bioestimulantes (Galaamin®, Aminobiofer® y Aminol Extra Microforte®), aplicados en tres dosis (0,15; 0,25 y 0,35 L/ha), más dos testigos, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar. La siembra se realizó manualmente colocando semillas por parcela de manera que después de la recolección quedaran 2 plantas por parcela. El control de malezas se realizó con gancho de mano y fitosanitarios dirigidos a controlar un ligero ataque de ―Army field" (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) aplicado con Metamidofos (Stermin~ a razón de 2°/00). La fertilización fué realizado con la fórmula 180 - 180 - 90 kg ha-1, utilizado en fracciones, 10 días después de la siembra, la primera vez se realizó con urea al 50° y potasio y fósforo total; La segunda aplicación de urea al 50° y el resto de potasio se realizó 30 días después de la primera aplicación. Las aplicaciones de bioestimulantes en las tres dosis se realizaron a los 20 días postsiembra. Se aplicó la prueba de Duncan (α = 0,05) para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos. A los 50 días después de la siembra, se evaluaron variables como rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, diámetro de planta, número de hojas, longitud y diámetro de mazorca, número de mazorcas, hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 semillas y viabilidad económica. De los resultados se desprende que Aminol Extra Micro Forte, aplicado en dosis media, alcanzó un rendimiento promedio de 13,24 t/ha, superando a las demás dosis y bioestimulantes evaluados. Además, el

tratamiento T8 (Aminol Extra Micro Forte medio, 0,45 L/ha) registró el mayor índice de rentabilidad, con 231,12%, una relación beneficio-costo de 3,31 y una utilidad de S/ 4.620,75, por encima del resto de tratamientos. En contraste, los menores indicadores económicos correspondieron a T10, sin bioestimulantes con fertilización, y T11, sin bioestimulantes sin fertilización, con 139,49% y 167,43% de rentabilidad, respectivamente.

Ojeda (2015) señala que su investigación evaluó la respuesta diferencial al estrés hídrico en las fases de germinación, emergencia y crecimiento inicial de 20 variedades de albahaca, bajo condiciones de laboratorio, cámara de crecimiento e invernadero. Para ello, se estimó un índice de tolerancia en cada variedad a partir de variables morfométricas y fisiológicas, con el fin de identificar materiales tolerantes y sensibles. Las plantas fueron sometidas a potenciales hídricos de 0, -0,75 y -1,50 MPa durante germinación y emergencia, mientras que en el crecimiento vegetativo inicial se aplicó pérdida de turgencia mantenida. Entre las variables evaluadas figuraron la tasa y el porcentaje de germinación y emergencia, así como la longitud y biomasa fresca y seca de la radícula y de la parte aérea, además del índice de tolerancia relativa a la sequía. En conjunto, los ensayos mostraron efectos estimulantes de los oligogalacturónidos sobre la germinación, la emergencia y el crecimiento, y destacaron a Sweet Genovese como una de las variedades que incrementó su tolerancia al estrés hídrico mediante respuestas morfométricas, bioquímicas y fisiológicas.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. El cultivo de maiz

Es originario de América del Sur es una planta anual y cultivada por los nativos americanos por el valor nutricional del grano. Hoy en muchas regiones templadas del mundo su cultivo se ha extendido. El maíz no solo destaca como un alimento fundamental, sino que también constituye una excelente alternativa forrajera y posee múltiples usos en la industria (Fuster, 1974).

En Florida y Nueva Granada, los nativos americanos la usaban como base de sus comidas, y los incas también la comían frita a la parrilla cuando los granos estaban tiernos. A Europa, el maíz fue introducido por españoles y portugueses, y desde entonces su cultivo y expansión no han dejado de crecer, aunque su uso principal continúa siendo la alimentación del ganado (Martínez, 1995).

A. Origen y distribución

No se conoce con exactitud el origen geográfico del maíz; sin embargo, existen evidencias de su presencia en México antes del 5000 a. C. El maíz se considera originario del sur de México y de América Central, aunque también presenta centros secundarios de diversidad genética en zonas altas como Perú, Ecuador y Bolivia. Su distribución es amplia, ya que se encuentra desde el este y sureste de Estados Unidos hasta México, América Central y América del Sur (Cazco, 2006).

B. Taxonomía

El maíz tiene la siguiente clasificación según Terán (2008):

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Liliopsida
- Orden : Cyperales
- Familia : Poaceae
- Género : Zea
- Especie : mayz
- Nombres comunes: Maíz, morochillo, maíz duro amarillo.
- Nombre científico: *Zea mayz L.*

C. Morfología del maíz tropical

El maíz tropical es una planta alta, con abundantes hojas y un sistema de raíces fibrosas; por lo general presenta un solo tallo que puede sostener hasta 30

hojas. En ocasiones, desarrolla una o dos yemas laterales en las axilas de las hojas de la mitad superior, las cuales originan la inflorescencia femenina o mazorca, encargada de almacenar reservas. En la parte superior se forma la inflorescencia masculina o panoja, con un eje central prominente y ramificaciones laterales que producen abundante polen (Ritchie y Hanway, 1992).

a. Plántula

Cuando se siembran en suelo húmedo, las semillas absorben agua, se hinchan y activan su proceso de germinación. Este proceso se acelera cuando la temperatura es alta, como suele ocurrir en ambientes tropicales durante la época lluviosa, de modo que la emergencia puede iniciar entre los 2 y 3 días posteriores a la siembra. El enraizamiento se retrasa en invierno o en altitudes elevadas cuando la temperatura del suelo es baja, y tarda de 6 a 8 días en enraizar, dependiendo de la temperatura del suelo. En algunos ambientes, por el contrario, las temperaturas del suelo son tan altas que, especialmente en ausencia de humedad, las semillas pueden morir, como el maíz de lluvia sembrado en suelo seco en espera de lluvia. Una vez iniciada, la coleorriza sufre un proceso de alargamiento y emerge del pericarpio. Posterior de eso, la radícula aparece a través de la coleorriza. Tres o cuatro raíces de semillas también aparecen poco después de la aparición de la radícula. Al mismo tiempo, o poco después, aparecen plumas cubiertas de coleópteros en el lado opuesto de la semilla. Los coleópteros son empujados hacia arriba por la rápida elongación de los mesocotiledóneas y los coleópteros nacientes son empujados hacia la superficie. El mesodermo cumple un papel relevante en la emergencia de las plántulas de maíz en la superficie del suelo y demuestra una excelente flexibilidad en cuanto a tasa de crecimiento y la longitud. Al emerger la punta del coleóptilo de la superficie, el alargamiento del mesocotiledón se detiene y la pluma se desprende del suelo mediante el empleo del coleóptilo. De 5 a 8 cm. de profundidad es

suficiente para sembrar maíz cuando la humedad es óptima, lo cual repercute en una emergencia rápida de plántulas de forma uniforme en 4 a 5 días después de la siembra. Este tiempo aumenta a medida que aumenta la profundidad de plantación. En algunos ambientes, como el altiplano de México, las semillas suelen colocarse a una profundidad de 12-15 cm. a la cual se encuentra humedad suficiente para la germinación. En estos ambientes, los genotipos de maíz que presentan un mesocótilo con elongación rápida y vigorosa ofrecen una ventaja adaptativa (Onderdonk y Ketcheson, 1972).

b. Sistema radicular

Las raíces de las semillas se desarrollan bien cuando cuentan con una buena profundidad en la siembra. El crecimiento de estas raíces se ralentiza después de la aparición de plumas sobre la superficie del suelo y cesa casi por completo el crecimiento en la etapa de plántula trifoliada. La primera raíz umbilical se desarrolla a partir del primer nódulo en el borde del mesodermo. Esto suele ocurrir a una profundidad constante, independientemente de la profundidad a la que se coloque la semilla. Debajo de la superficie los racimos de raíces de cordón se desarrollan desde cada nodo sucesivo hasta 7-10 nodos. Las raíces umbilicales crecen en una densa red de raíces fibrosas. El sistema semilla-raíz descrito anteriormente puede permanecer activo durante toda la vida de la planta, pero su función es insignificante. El principal sistema de anclaje de la planta es el sistema radicular umbilical, el cual también cumple una función esencial en la absorción de agua y nutrientes. Mistrik y Mistrikova (1995) reportaron que las raíces adventicias seminales representan aproximadamente el 52% de la masa total de raíces del maíz, mientras que el sistema de raíces nodales aporta el 48% restante.

Las raíces de anclaje se presentan en poca cantidad en 2 a 3 nudos sobre la superficie del terreno, y en algunas variedades de maíz también

pueden crecer en más nudos. El rol principal de estas raíces de anclaje es sostener a la planta en forma erguida y no permitir que se tumbe por efecto del viento u otros factores naturales. Se considera que estas raíces también participan en la absorción de agua y nutrientes minerales (Feldman, 1994).

De acuerdo con Feldman (1994), los genotipos de maíz presentan variaciones significativas en las características de su sistema radicular. Estas diferencias se evidencian en aspectos como el patrón de crecimiento, la cantidad total de raíces, el número de ramificaciones por unidad de longitud y la extensión lateral que alcanzan dichas raíces.

Las diferencias genéticas en el sistema radicular del maíz aún no se han investigado ni aprovechado plenamente, en gran medida por la dificultad que implica estudiar una estructura subterránea. La longitud de las raíces ha demostrado ser un criterio útil para seleccionar genotipos de maíz con tolerancia a suelos ácidos, tanto en experimentos realizados con soluciones nutritivas (Magnavaca, Gardner y Clark, 1987) como en pruebas llevadas a cabo en macetas bajo condiciones controladas de invernadero (Urrea Gómez et al., 1996). Por otro lado, investigaciones más recientes realizadas con líneas puras de maíz cultivadas en ambientes con diferentes niveles de nitrógeno han puesto de manifiesto variaciones en la capacidad del sistema radicular para adaptarse a estas condiciones (Smith y Van Beem, 1995).

La anatomía de las raíces del maíz ha sido descrita por diversos autores (Luxova, 1981; Feldman, 1994). Estos estudios adquieren cada vez mayor relevancia para el desarrollo de genotipos tolerantes al estrés. Por ejemplo, los materiales de maíz que poseen, o pueden formar, aerénquima con espacios intercelulares en las raíces, semejante al observado en plantas hidrófitas, tendrían mayor capacidad para sobrevivir en condiciones de exceso de agua (Jackson, 1994). Asimismo, la anatomía de la unión raíz-tallo ha sido estudiada con detalle, encontrándose diferencias significativas en la

segmentación vascular entre distintas especies de cereales y también entre cultivares de una misma especie (Aloni y Griffith, 1991).

c. Sistema caulinar - vegetativo

Las plántulas de maíz emergen sobre la superficie cuando presentan tres hojas, aunque en esa fase sus puntos de crecimiento todavía permanecen bajo tierra. Durante este tiempo, la planta crece vigorosamente a partir de una única división, el meristemo apical. La totalidad de las partes que conforman el tallo del maíz, las vegetativas y reproductivas, están hechas de este tejido meristemático y se conocen colectivamente como fitómeros (entrenudos, hojas, prófilo y yema o meristemo apical). La cantidad de fitómeros que se generan durante la etapa vegetativa del desarrollo está influenciada por una combinación de factores genéticos y ambientales (Galinat, 1959, 1994; Poething, 1994).

Cuando se abren las seis hojas de la planta, el meristemo y las espigas ya han aparecido en el suelo. Los entrenudos crecen rápidamente y la planta pasa por un período de crecimiento rápido. En las regiones tropicales, la temporada de crecimiento generalmente no está limitada por la temperatura. Por lo tanto, las plantas de maíz tropical producen más hojas y de mayor tamaño que las plantas de clima templado. El número total de hojas que produce una planta durante su desarrollo está más influenciado por el momento en que comienza la formación de la espiga que por la rapidez con la que emergen las hojas (Poething, 1994). En este contexto, el gen conocido como **Lfy** (gen de foliosidad) desempeña un papel clave al extender la duración de la fase vegetativa del tallo, lo que provoca un retraso tanto en la iniciación de la espiga como en la formación de la mazorca. Además, este gen incrementa el número de hojas de manera variable, dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolle la planta (Shaver, 1983).

Los maíces tropicales varían mucho en altura, número de hojas, volumen y dirección. Básicamente, el maíz de trópico es una planta de porte alto con abundantes hojas y muchos nutrientes. La productividad es afectada por la estructura de la planta, es así que el maíz de trópico tiene un rendimiento mucho menor que el maíz de ambiente templado con un solo tallo principal. Por otro lado, algunas variedades de maíz de las Tierras Altas, en especial de las Tierras Altas de México, tienen una cantidad significativa de macollaje. El mayor porcentaje de estos brotes no son productivos, con solo panículas y sin panículas granulares. Sin embargo, en el maíz forrajero, el macollamiento puede ser beneficioso. Varias variedades de maíz dulce y palomitas de maíz han brotado y algunas de ellas son productivas.

Esaú (1977), describe la anatomía de la hoja y el tallo del maíz. El tejido del tronco compuesto por la corteza o epidermis, el haz vascular y la médula, son componentes importantes. En una disposición concéntrica se encuentran los haces vasculares, los cuales son más densos y los anillos están más cerca de las regiones periféricas de la epidermis. Su densidad disminuye hacia la mitad del tallo. Cuanto más densos sean los haces vasculares debajo de la epidermis, es menos probable que se adhiera el tronco. Hunter y Dalbey (1937) realizaron, bajo condiciones de campo, una comparación de la anatomía del tallo en varias líneas puras que presentaban diferencias en su susceptibilidad al vuelco. En los linajes que poseen tallos más altos, se pueden observar capas de esclerénquima que presentan paredes más gruesas en la epidermis del tallo y en los haces vasculares. Dentro de los genotipos de maíz se puede observar una variación considerable con respecto al grosor de la epidermis, esta característica es un rasgo que se utiliza para seleccionar germoplasma con mayor tolerancia al tumbado.

Una atención importante ha recibido es estudio de la morfología de la hoja de maíz, especialmente con la finalidad de comprender la estructura

foliar relacionadas con la fotosíntesis en las plantas C4. Las plantas C3 y C4 presentan diferencias anatómicas y estructurales relevantes (Caroline, Jacobs y Vesk, 1973; Laetsch, 1974), y Esau (1977) junto con Freeling y Lane (1994) constituyen fuentes valiosas para comprender la anatomía del maíz. Asimismo, se presentan diferencias en la morfología de las plantas C4. Por ejemplo, los cambios marcados que presentan los cloroplastos alargados que se encuentran en agrupación. Los estudios bioquímicos comparativos en plantas C4 indican que la variación en la morfología y en la localización de esos cloroplastos se asocia con diferencias en la actividad enzimática (Gutiérrez, Gracen y Edwards, 1974). Dado que la fotosíntesis C4 adquiere mayor importancia en plantas desarrolladas bajo temperaturas elevadas, como ocurre en zonas tropicales, estas diferencias en las variedades de maíz tropical deben analizarse cuidadosamente y aprovecharse para incrementar la productividad.

d. Sistema caulinar - reproductivo

La planta de maíz es considerada como dioica. En este tipo de plantas las inflorescencias se desarrollan de forma separada y se ubican en lugares distintos de la misma. Las inflorescencias o espigas femeninas se desarrollan en las axilas de las hojas a partir de las yemas apicales, y las inflorescencias masculinas llamadas tambien panoja se desarrollan a partir del meristema apical en la parte superior de la planta. Al principio de su desarrollo, las dos inflorescencias son inflorescencias bisexuales. Durante el desarrollo, los estambres de la inflorescencia axilar se desprenden, dejando solo la inflorescencia femenina. De manera similar, el primordio del pistilo se rompe en la inflorescencia apical, dejando solo la inflorescencia masculina. La determinación del sexo en el maíz es un proceso complejo en el que intervienen factores genéticos, ambientales, giberelinas y hormonas vegetales de tipo esteroidal (Dellaporta y Calderón Urrea, 1994).

El punto de crecimiento del tallo de la planta de maíz, ya se encuentra sobre el nivel del suelo en el momento en que tiene 6 hojas abiertas. El desarrollo de las flores masculinas precede al desarrollo de las flores femeninas y una vez que se completa toda la formación de las hojas, el meristema reproductivo masculino que se ha formado en base a que el meristemo apical se alarga, se desarrolla en panículas. El entrenudo inicia un período de rápida elongación, empujando hacia arriba el punto de crecimiento. Los brotes laterales se pueden ver en las axilas de las hojas cuando se cortan a lo largo en este momento. Muchos de estos no se desarrollan y, por lo general, de la planta en la mitad superior uno o dos brotes laterales se convierten en sitios funcionales de brotes femeninos o mazorcas. En esta etapa de desarrollo temprano se determina la cantidad de núcleos en cada fila de mazorcas, asimismo, siete días aproximadamente después de que emerge la seda, se determina el número de óvulos funcionales los cuales se desarrollan como núcleos. La oreja superior exhibe dominio apical sobre todas las orejas inferiores. En ese momento, la punta de la panoja aparece en las axilas de las hojas que sostienen esta panoja.

Poco después, por encima de los verticilos de las hojas, las puntas de las panículas también aparecen. En esta etapa el tallo de la panícula crece vigorosamente, y como consecuencia por toda la planta la panícula se extiende. El número de brotes laterales varía considerablemente, llegando a tener por cada espiga una cantidad de 30 o 40 espiguillas.

De 12 a 14 lóbulos modificados cubren a la mazorca, el cual se forma del desarrollo de la yema axilar. Aunque la longitud varía entre las variedades de maíz, la estructura que soporta la mazorca se denomina comúnmente culmo y tiene nudos y entrenudos cortos. Las mazorcas no suelen tener ramas laterales, pero pueden tener ramas o ramificaciones en la base, que se consideran características indeseables. La mazorca se denomina olote,

tusa, marlo, etc. según la región y se describe como correspondiente a la mazorca central de la mazorca principal. La mazorca está compuesta por un número par de numerosas hileras de óvulos. Además, diversos autores han ofrecido descripciones detalladas sobre el desarrollo de las flores y de la inflorescencia del maíz (Cheng, Greyson y Walden, 1983; Stevens et al., 1986; Hanway y Ritchie, 1987; Cheng y Pareddy, 1994).

e. Granos de polen y estigmas

Dos gametos masculinos, una célula vegetativa y almidón en forma de numerosos gránulos, es la estructura del polen de maíz (trinuclear). Dos capas (la adventicia y la íntima) le otorgan el grosor y la resistencia a la pared. De forma continua cae el polen de cada panícula durante más de una semana, esto se debe a que existe diferencias de desarrollo entre las flores superiores e inferiores de la espiguilla masculina y la maduración asincrónica de las espiguillas.

El estigma es una extensión del canal de la aguja del óvulo maduro de la oreja. Dependiendo del largo de la panícula y de la longitud de las brácteas, los estambres pueden crecer hasta 30 centímetros o más, extendiéndose hasta las puntas de las brácteas y espátula. Una cantidad numerosa de pelos (tricomas) cubren a los estambres, los cuales están dispuestos en un ángulo abierto a los estambres donde se encuentran los granos de polen. La flor femenina y el óvulo se desarrollan de forma basal a apical (Cheng y Pareddy, 1994). Sin embargo, el núcleo comienza a desarrollarse a una distancia por encima de cinco centímetros de la base del elote (mazorca) posiblemente debido a una fecundación temprana. Los estambres se desarrollan en el transcurso de varios días, y los estambres receptivos aparecen a partir del tercer día. Permanecen receptivos y continúan creciendo en las brácteas durante varios días después de la emergencia hasta la polinización.

El polen germina tan pronto como cae sobre los estigmas los cuales se encuentran receptivos, húmedos y pegajosos. Un tubo polínico largo pasa a través del estambre y tarda 24 horas en llegar al óvulo y fertilizarlo. El proceso de polinización y fertilización del maíz tropical se lleva a cabo en días cálidos durante la temporada de crecimiento. Los cambios climáticos durante la temporada de lluvias tropicales hacen que el período de polinización sea más prolongado en su duración en comparación que en condiciones de riego, más aún la polinización y la fertilización no son afectados de forma negativa por el clima cálido y húmedo. Tiene un efecto perjudicial sobre los estambres, que son propensos a la desecación, y afecta Crecimiento y fecundación del tubo polínico.

Una verdadera protandría (anteras que maduran antes que el pistilo) no es exhibida por el maíz contrariamente a la creencia popular. Las anteras de la espiguilla en la punta de la espiga central sobresalen de la flor y comienzan a arrojar polen antes de que los estambres aparezcan sobre las brácteas.

En condiciones óptimas de crecimiento, el intervalo entre la antesis y la salida de los estambres suele ser de 1 a 2 días; en cambio, cuando la planta enfrenta estrés, ese intervalo se prolonga.

f. Frutos y semillas

Los granos de maíz o frutos son denominados cariópside.

La formación de la pared del fruto ocurre por la unión del pericarpio con la testa de la semilla. En el grano maduro se distinguen tres componentes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La aleurona corresponde a la capa más externa del endospermo, en contacto con la pared del fruto. Diversos autores han descrito con detalle la estructura del grano de maíz, entre ellos Esau (1977), Ritchie y Hanway (1992), y Hanway y Ritchie (1987). Además, la organización del endospermo es muy

variable, lo que explica las distintas apariencias que puede presentar el grano de maíz.

D. Híbridos

Las variedades híbridas surgen del cruce entre dos líneas puras y presentan la ventaja de expresar heterosis, también conocida como vigor híbrido. En este tipo de poblaciones, los individuos son uniformes pero heterocigotos, por lo que su descendencia no mantiene las mismas características de los progenitores. En cambio, las líneas puras autógamas pueden conservarse de manera indefinida de una generación a otra, siempre que se evite la presencia de plantas ajenas. Por su parte, las variedades sintéticas pueden desestabilizarse por la selección ejercida por el ambiente sobre los individuos originales y, en consecuencia, perder parte de su potencial productivo. En síntesis, las variedades híbridas no se perpetúan de forma fiel, sino que generan descendencia variable respecto a los parentales (Gostincar, 1998).

La hibridación del maíz ha permitido el mejoramiento de la especie, logrando incrementar tanto las cosechas como el rendimiento (Tico, 1975).

El maíz ha sido uno de los cultivos más analizados en la investigación genética, debido al interés permanente en el estudio de su genotipo. Al ser una planta monoica, ofrece información valiosa porque cuenta con estructuras reproductivas femeninas y masculinas, lo que permite realizar múltiples recombinaciones para generar nuevos híbridos con potencial comercial. Estos cruzamientos buscan principalmente elevar el rendimiento productivo. Por ello, se realiza la selección de plantas con mayor resistencia a virosis, condiciones climáticas adversas y plagas (Cazco, 2006).

Las semillas mejoradas constituyen un recurso estratégico dentro de la agricultura, ya que contribuyen a incrementar la producción, el rendimiento y la eficiencia necesarios para satisfacer la demanda alimentaria y competir en el mercado internacional. Asimismo, los híbridos actuales destacan por ofrecer altos

rendimientos por hectárea con menores costos, resistencia a vientos fuertes y a enfermedades causadas por hongos, además de una menor altura que facilita la cosecha. También permiten disponer de materiales adaptados a diferentes regiones (Tadeo, 2000).

a. Ventajas del uso de híbridos

Entre las ventajas de los híbridos frente a las variedades criollas y sintéticas destacan su mayor producción de grano, la uniformidad en la floración, la altura de planta y la maduración. Además, suelen presentar plantas más bajas pero más vigorosas, con mejor resistencia al acame y a la rotura, así como mayor sanidad en la mazorca y el grano. En términos generales, también muestran mayor precocidad y un desarrollo inicial más rápido (Castañedo, 1990).

b. Desventaja del uso de híbridos

Entre las desventajas de estos híbridos se encuentran su limitada adaptación en tiempo y espacio, debido a la alta interacción genotipo-ambiente. También presentan baja variabilidad genética, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a epifitas. A ello se suma la necesidad de adquirir semilla para cada campaña, con el consecuente alto costo, así como la exigencia de tecnología avanzada e insumos para expresar plenamente su potencial genético. Finalmente, suelen mostrar bajo rendimiento de forraje y rastrojo (Castañedo, 1990).

c. Requerimientos y exigencias del cultivo

Todas las plantas requieren del medio una serie de nutrientes, que se agrupan en no minerales (carbono, hidrógeno y oxígeno) y minerales.

En el caso de los minerales, estos se agrupan en primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc). Todos cumplen funciones esenciales y deben mantenerse en equilibrio para favorecer el

desarrollo óptimo de las plantas. Sin embargo, el N, P y K suelen recibir mayor atención porque las plantas los absorben en cantidades más altas y con mayor frecuencia presentan deficiencias, a diferencia de los nutrientes secundarios y micronutrientes, en los que esas carencias son menos comunes (INPOFOS, 1997).

El desarrollo pleno solo puede lograrse cuando se adapta la cantidad de cada nutriente a las necesidades particulares de cada planta.

Cuadro 1. *Extracción de elementos nutritivos por parte del maíz (Cosecha de 4,5 TM/ha de maíz)*

Nutrientes puros extraídos		
N	P_2O_5	K_2O
Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
130	40	155

Fuente: INPOFOS, 1997.

Cuadro 2. *Recomendación para fertilización.*

En el cultivo de maíz para grano. Kg de nutrientes puros por hectárea		
N	P_2O_5	K_2O
100 – 120	100 – 120	100 – 160

Fuente: INPOFOS, 1997.

2.2.2. Antiestresantes

El concepto de ―estrés" ha sido ampliamente utilizado en fisiología vegetal; sin embargo, su definición no resulta sencilla, lo que explica que muchas de las aproximaciones teóricas sobre este tema sean imprecisas y, en cierta medida, subjetivas (Tambussi, 2004).

Levitt (1980) definió el estrés como la acción de factores ambientales potencialmente desfavorables para los organismos, y también como la manifestación extrema de condiciones ambientales que limitan el crecimiento, el desarrollo y, en consecuencia, la productividad de las plantas. De manera complementaria, Taiz y Zeiger (2002) lo describen como una alteración anormal de los procesos fisiológicos ocasionada por la interacción de factores ambientales y biológicos, o por la presencia

de condiciones externas adversas. Por su parte, Lichtenthaler (1996) lo considera el estado en el que se encuentra una planta al ser sometida a una fuerza externa. En una línea similar, Lambers, Chapin y Pons (1998) señalan que el estrés corresponde a cualquier factor ambiental, biótico o abiótico, capaz de reducir la velocidad de un proceso fisiológico (como el crecimiento o la fotosíntesis) por debajo de su máximo potencial.

Los estreses abióticos constituyen una de las principales causas de pérdida de cultivos a nivel mundial y pueden reducir el rendimiento de la mayoría de ellos en más del 50% (Bray et al., 2000). Entre estos factores, el estrés hídrico destaca como el más restrictivo para la producción agrícola en escala global (Medrano y Flexas, 2002; Bruce, Edmeades y Barrer, 2002).

Desde una perspectiva ecofisiológica, el estrés hídrico puede entenderse como cualquier restricción al funcionamiento normal de la planta ocasionada por una disponibilidad insuficiente de agua. En este contexto, también suelen emplearse los términos ―déficit hídrico" y ―sequía", que a menudo se usan como equivalentes, aunque en realidad presentan ciertas diferencias conceptuales (Medrano y Flexas, 2002).

A. Folamin

Montana (2019), manifiesta que:

a. Propiedades

FOLAMIN es un bioestimulante con una alta concentración de aminoácidos libres de rápida absorción por las plantas para controlar el estrés provocado por las condiciones climáticas adversas y la aplicación constante de pesticidas.

FOLAMIN es ecológico y muy recomendado en aplicaciones foliares y suelo para favorecer el desarrollo de cultivos tempranos y maduros y el crecimiento de todo tipo de cultivos, aplicado tanto vía foliar como al suelo.

b. Composición (p/p)

Aminoácidos libres = 78 %

Nitrógeno orgánico = 11.4 %

c. Propiedades fisicoquímicas

Aspecto : Sólido

Solubilidad: > 95% soluble

Densidad: 1.65 g/cm3

Color: Marrón

Olor: Característico

pH (10%): 5

d. Rol de los componentes

Los componentes de FOLAMIN son absorbidos con rapidez por la planta, lo que favorece la síntesis de proteínas sin que el cultivo tenga que destinar energía a transformar el nitrógeno inorgánico en aminoácidos. De este modo, se fortalece la tolerancia de la planta frente a factores climáticos adversos y al estrés asociado con aplicaciones frecuentes de plaguicidas.

e. Modo de acción

Los aminoácidos son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que actúan como osmolitos compatibles y contribuyen al ajuste osmótico intracelular. Gracias a ello, ayudan a la planta a compensar la pérdida de agua asociada al estrés hídrico o a la exposición a condiciones salinas. Estos osmolitos permiten que las células permanezcan llenas y se activen los procesos de fotosíntesis y formación de las raíces con el objetivo de extraer agua de los lugares más internas del suelo.

f. Ventajas del producto

- Incrementa el número de yemas o brotes.
- Incremento del área foliar.
- Fomenta el llenado de los frutos.

- Promueve el crecimiento de los frutos.
- Modera el estrés a condiciones adversas.
- Fomenta la resistencia a enfermedades.
- Incrementa la producción.
- Mejora la calidad de las cosechas.

g. Recomendaciones de uso

CULTIVO	Dosis Vía Foliar		Vía Suelo (Fertirrig.)	OBSERVACIONES
	kg/200L	kg/ha	kg/Ha	
Uva de Mesa	0.1 - 0.2	1 - 2	0.5 - 2	Aplicar al inicio y a mediados del crecimiento del brote y durante el crecimiento y maduración de la fruta.
Cítricos, Palto y Mango				Aplicar después de la poda para activar las yemas, durante el brotamiento y el crecimiento de los frutos.
Granado y Arándano				Aplicar después de la poda para activar las yemas, durante el brotamiento, el crecimiento y la maduración de la fruta.
Cebolla y Ajo	0.2 - 0.4	0.5 - 1		Aplicar inmediatamente después del trasplante y durante el pre-bulbeo.
Espárrago				Aplicar después de la apertura de los filoclados y repetir cada 3 semanas de ser necesario.
Pimiento y Ajíes				Aplicar después del trasplante, a mediados del desarrollo vegetativo, luego en prefloración, cuajado y después de cada cosecha.
Alcachofa y Fresa			–	Aplicar inmediatamente después del trasplante, a mediados del desarrollo vegetativo y después de cada cosecha.
Papa				Aplicar a los 20 días después de la emergencia y repetir al inicio de la formación de los tubérculos.
Maíz	0.15 - 0.3	0.3		**Aplicar durante la etapa V2 a V4 y antes de la aparición de la panoja.**
Arroz				Aplicar durante la etapa V2 a V4 y antes de la aparición de la panoja.
Tomate, Leguminosas y Cucurbitáceas				Aplicar después del trasplante, a mediados del desarrollo vegetativo, luego en prefloración, cuajado y después de cada cosecha.
Hortalizas de Hoja y Crucíferas				Aplicar después del trasplante y durante el desarrollo vegetativo.

h. Condiciones de aplicación

La cantidad adecuada de FOLAMIN debe ser incorporada cuando se haya realizado una pre mezcla del producto y vertida en la mochila asperjadora. A continuación, se debe lograr una mezcla homogenizada a través de un buen agitado. Leer atentamente toda la etiqueta y seguir las recomendaciones antes de usar o manipular el producto. No beber, fumar o comer durante el proceso de mezcla y procesamiento. Se debe tener en consideración como premisa que, para la aplicación de productos químicos,

se debe utilizar la vestimenta y todo el equipo de protección recomendados para el uso y manejo de productos químicos. De la misma manera, una vez concluida la aplicación del producto químico se debe lavar la ropa que está de por si contaminada y la persona tomar un baño con jabón y agua abundante. No se debe olvidar que los utensilios y equipos utilizados deben someterse al triple lavado como recomendación básica.

i. Compatibilidad

El producto FOLAMIN puede combinarse sin inconvenientes con la mayoría de los fertilizantes y productos fitosanitarios disponibles en el mercado. Sin embargo, no se recomienda mezclarlo con sustancias altamente ácidas, aceites o compuestos a base de azufre. A pesar de esta compatibilidad general, se sugiere realizar una prueba previa para asegurarse de que no ocurran problemas durante su aplicación.

B. Megafol

Montana (2018), manifiesta que:

a. Propiedades

Megafol es un producto bioestimulante que estimula la actividad genética de las plantas para gestionar el estrés y mejorar la producción. Consiste en extractos de plantas esenciales altamente concentrados elaborados con tecnología Geapower a través de un proceso patentado específico llamado: GEA 931.

Optimiza el desarrollo de las plantas y aumenta su capacidad productiva, ya sea en condiciones normales de crecimiento o en situaciones de estrés como salinidad, sequía, exceso de humedad en el suelo, daños por cultivo o granizo, y temperaturas extremas. Además, es absorbido rápidamente por las plantas y puede servir como vehículo para pesticidas y nutrientes foliares, lo que aumenta significativamente la eficacia de penetración en los tejidos vegetales.

b. Composición (p/p)

Carbono (C) orgánico	9 %
Oxido de Potasio (K2O)	8 %
Nitrógeno (N) total	3 %
Nitrógeno Orgánico	1 %

c. Propiedades fisicoquímicas

Aspecto: Líquido

Solubilidad: > 95% soluble

Densidad: 1.22 g/cm3

Color: Marrón

Olor: Característico

pH agua 1%: 6.5

d. Rol de los componentes

Los elementos que conforman los productos MEGAFOL desempeñan un papel fundamental en la estimulación de la fotosíntesis y en el adecuado funcionamiento de diversos procesos esenciales en las plantas. Entre estos procesos se incluyen actividades estructurales, metabólicas –como las relacionadas con las enzimas– y de transporte, las cuales contribuyen significativamente al desarrollo vegetal. Además, estos componentes generan beneficios importantes, como el incremento en la fertilidad del polen, el alargamiento del tubo polínico, así como la mejora en la maduración y en la calidad final de los frutos.

e. Modo de acción

MEGAFOL mejora la tasa de expresión génica y promueve el desarrollo óptimo de las plantas frente a una amplia variedad de condiciones climáticas adversas. Afecta muchas funciones metabólicas en las plantas, como:

- La producción de clorofila y aumento de la actividad fotosintética.

- La capacidad reproductiva del polen y extensión del tubo polínico.
- La excelencia y proceso de maduración de la fruta.
- Roles estructurales, metabólicos y de transporte.
- Rol antioxidante y antiestresante.

f. Ventajas del producto

- Incrementa la productividad y excelencia de los cultivos.
- Incrementa y estandariza el tamaño de los frutos, bulbos y tubérculos.
- Fortalece el crecimiento de la planta durante todo su desarrollo vegetativo y frente a situaciones de estrés.
- Optimiza la efectividad en la aplicación de pesticidas (efecto Carrier).

g. Condiciones de aplicación

Después de mezclar el producto y verterlo en el recipiente de aplicación, es necesario añadir la cantidad correcta de producto. Posterior a esto, se agita hasta homogenizar la mezcla. Lea atentamente toda la etiqueta y siga las recomendaciones antes de usar o manipular el producto. No beber, fumar o comer durante el proceso de mezcla y procesamiento. Se debe proporcionar toda la ropa y equipo de protección necesarios para el manejo y uso del producto. Después de cambiar de productos, lavar la ropa contaminada y bañarse con abundante agua y jabón.

h. Recomendaciones de uso

CULTIVO	DOSIS (L/200L)	DOSIS (L/ha)	OBSERVACIONES
Vid		2 - 3	Aplicar al inicio y a mediados del crecimiento del brote y durante el crecimiento y maduración de la fruta.
Cítricos, Palto y Mango		2 - 3	Aplicar después de la poda para activar las yemas, durante el brotamiento y el crecimiento de los frutos.
Granado y Arándano	0.5 - 1		Aplicar después de la poda para activar las yemas, durante el brotamiento, el crecimiento y la maduración de la fruta.
Manzano y Durazno			Aplicar en la etapa de pre-floración y el desarrollo del fruto.
Cebolla y Ajo			Aplicar inmediatamente después del transplante y durante el pre-bulbeo.
Espárrago			Aplicar después de la apertura de los filoclados y repetir cada 3 semanas de ser necesario.
Alcachofa y Fresa			Aplicar inmediatamente después del transplante, a mediados del desarrollo vegetativo y después de cada cosecha.
Papa			Aplicar a los 20 días después de la emergencia y repetir al inicio de la formación de los tubérculos.
Maíz			Aplicar durante la etapa V2 a V4 y antes de la aparición de la panoja. También pueden aplicarlo junto con los herbicidas de post-emergencia.
Arroz			Aplicar después del transplante y al inicio de la formación de la panícula. También pueden aplicarlo junto con los herbicidas de post-emergencia.
Tomate, Paprika, Ajíes, Leguminosas y Cucurbitáceas			Aplicar después del transplante, a mediados del desarrollo vegetativo, luego en prefloración, cuajado y después de cada paña.
Hortalizas de Hoja y Crucíferas			Aplicar después del transplante y durante el desarrollo vegetativo.

i. Compatibilidad

MEGAFOL puede combinarse con la mayoría de los fertilizantes y productos de protección de cultivos, aunque se aconseja realizar pruebas de compatibilidad.

C. Puncher

Montana (2020), manifiesta que:

a. Propiedades

Es una mezcla en forma líquido de aminoácidos, NPK y oligoelementos con acción rápida y es asimilado de forma directa por las plantas, permitiéndoles sintetizar proteínas sin gastar energía durante sus procesos metabólicos.

b. Composición

Aminoácidos Libres ..12 - 14,5%

Nitrógeno Total 10,0%

Fósforo (P2O5) 6,0 %

Potasio (K2O) 6,0 %

Anhídrido Sulfúrico 1,3%

Boro (B) 0,008 %

Cobre (Cu) 0,006%

Hierro (Fe) 0,01%

Manganeso (Mn) 0,006%

Zinc (Zn) 0,006 %

(100 % quelatados con EDTA)

c. Propiedades fisicoquímicas

Aspecto: Líquido

Solubilidad: > 95% soluble

Densidad: 1.21 g/cm

Color: Verde

Olor: Marino

pH: 7.01

d. Rol de los componentes

PUNCHER actúa como un bioestimulante natural, debido a que sus aminoácidos libres favorecen la activación de diversos procesos fisiológicos que contribuyen a incrementar la tolerancia de la planta frente a condiciones de estrés, como la sequía y la aplicación frecuente de pesticidas.

e. Modo de acción

Los aminoácidos son osmolitos orgánicos de bajo peso molecular que permiten la regulación osmótica intracelular, reemplazando el agua perdida en situaciones de estrés hídrico o salino. Estos osmolitos mantienen las

células llenas y activan los procesos de fotosíntesis y formación de raíces para extraer agua de las zonas más profundas del suelo.

f. Ventajas del producto

- Incrementa la cantidad de brotes y el área foliar.
- Mejora el llenado y desarrollo de los frutos.
- Gestiona el impacto del estrés y fortalece la capacidad de resistencia contra enfermedades.
- Aumenta el rendimiento y eleva la calidad de los cultivos.

g. Recomendaciones de uso

Cultivos	Dosis (L/200L)	Dosis por Ha	Observaciones
Cebolla y Ajo	1	1-2	Aplicar a los 10 cm de altura y luego con intervalos de 30 días
Maíz			Aplicar a plantas con 4-8 hojas y luego aplicar a los 30 días después
Tomate, Hortalizas y Alcachofa			Aplicar al inicio del crecimiento, prefloración y cuajado de los frutos
Páprika, ajíes			Aplicar después del trasplante, durante la prefloración y en el cuajado de los frutos.
Papa			Aplicar en plantas con 5-6 hojas con intervalos de 20 a 30 días
Leguminosas			Aplicar al crecimiento inicial, durante la floración e inicio del llenado de las vainas
Cucurbitáceas			Aplicar cuando la plántula tenga 3 hojas verdaderas, en prefloración y desarrollo de fruto.
Espárrago	0.5 - 1		Aplicar después de la apertura de los filoclados.
Vid	0.4 - 0.5	3 - 5	Aplicar durante el desarrollo del brote, en la prefloración y durante el desarrollo del fruto.
Mandarino, Lima y Limón	0.3 - 0.5		
Palto, Mango			Aplicar en prefloración, inicio de cuajado y desarrollo de frutos

h. Condiciones de aplicación

- Después de preparar la mezcla y verterla en el depósito de aplicación, se debe incorporar la cantidad apropiada
- del producto, seguido de un proceso de agitación hasta lograr una mezcla uniforme.
- Es importante revisar minuciosamente toda la etiqueta y seguir las

indicaciones antes de utilizar o manipular el producto.

- Durante el proceso de mezcla y aplicación, es fundamental abstenerse de ingerir alimentos, fumar o beber.
- Es imprescindible contar con el vestuario y el equipo de protección adecuados para manipular y aplicar el producto. Después de la aplicación, asegúrese de cambiarse, lavar la ropa contaminada y tomar una ducha completa con agua y jabón.

i. Compatibilidad

PUNCHER puede combinarse con la mayoría de los fertilizantes y productos fitosanitarios, con la excepción de productos altamente ácidos, aceites y azufre, pero se recomienda realizar pruebas de compatibilidad.

2.3. Definición de términos básicos

- **Estrés:** El estrés es una situación que impide que las plantas rindan al máximo de su potencial. Las situaciones estresantes pueden durar segundos, minutos, horas o días. Durante este tiempo, las plantas usan agentes fotosintéticos para protegerse de tales condiciones, lo que resulta en una pérdida de trabajo.
- **Maíz:** Maíz es una palabra que proviene de los indios caribeños y que literalmente significa ―sustentador de vida". La importancia mundial del maíz como cereal es compartida con el trigo y el arroz, aportando nutrientes para humanos y animales, y materia prima fundamental en la industria de transformación, produciendo almidones, aceites, proteínas, bebidas alcohólicas y edulcorantes, más recientemente, combustible. Las plantas jóvenes utilizadas como forraje se utilizaron con gran éxito en las industrias láctea y cárnica, y una vez que se ha cosechado el grano, las hojas secas y las partes superiores, incluidas las flores, todavía se utilizan hoy en día como forraje de alta calidad. Los tallos erectos, que son duros en algunas variedades, se utilizan para construir cercas y muros permanentes.

- **Bioestimulante:** Son sustancias y/o microorganismos que funcionan para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes, tratar estreses abióticos o estimular procesos naturales que mejoran algunas de sus propiedades agrícolas. El objetivo al emplear el bioestimulante es mejorar la calidad de las plantas y abordar ciertos problemas comunes, como la carencia de nutrientes. La distinción principal entre los bioestimulantes y los fertilizantes radica en que estos últimos suministran nutrientes a las plantas, mientras que la acción de los bioestimulantes, además de promover la tolerancia a los estreses abióticos, es el mecanismo de absorción de nutrientes y su función se trata de aumentar la eficiencia. Modifica los procesos fisiológicos de las plantas y afecta su desarrollo.
- **Producción:** Desde una perspectiva económica, la producción es una actividad que genera valor agregado a través de la creación y provisión de bienes y servicios. H. Consiste en crear un producto o servicio y agregarle valor al mismo tiempo. Producción, en su sentido más amplio, significa darle un nuevo uso a algo, simplemente creando un producto con propiedades diferentes a las de su origen, es decir, alterando la estructura natural de un elemento para darle un nuevo uso. Es una actividad que se desarrolla dentro del sistema económico. Más precisamente, es la capacidad de un factor de producción para producir una mercancía particular en un período de tiempo particular. El concepto de producción comienza con la transformación o transformación de una o más mercancías en otra mercancía. Dos bienes se consideran diferentes entre sí si no son completamente intercambiables entre los consumidores.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los tres antiestresantes comerciales no muestran su efecto en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

a. Ninguno de los tres antiestresantes comerciales muestra ser superior en su efecto en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

b. Los tres antiestresantes comerciales no se diferencian en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

c. Ninguno de los tres antiestresantes comerciales muestran eficiencia superior en la producción de maíz (Zea mayz L.) en condiciones del distrito de Chanchamayo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Antiestresantes comerciales

2.5.2. Variable dependiente

Producción de maíz

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Dimensión	Indicador
Independiente: Antiestresantes comerciales.	Folamin	L/200L
	Megafol	
	Puncher	
Dependiente: Producción de maíz	Número de mazorcas/planta	Unid
	Longitud de mazorca	cm
	Diámetro de mazorca	cm
	Peso de mazorca	g.
	Número de hileras/mazorca	Unid.
	Número de granos/hilera	Unid.
	Número de granos/mazorca	Unid.
	Peso de 1000 granos	g

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación se enmarca dentro de la categoría de estudios aplicados, dado que su propósito principal radica en generar conocimientos que puedan ser utilizados para resolver problemas prácticos o mejorar procesos específicos en un contexto determinado.

3.2. Nivel de investigación

El estudio que se presenta en este trabajo corresponde al nivel experimental, ya que se enfoca en manipular de manera controlada una o más variables independientes para observar y analizar sus efectos sobre las variables dependientes, con el objetivo de establecer relaciones de causalidad en un contexto específico.

3.3. Método de investigación

En el desarrollo de esta investigación, se adoptó el método deductivo como enfoque principal, permitiendo partir de generalizaciones teóricas para luego aplicarlas al análisis de casos específicos. Este enfoque facilitó la comprensión y el análisis sistemático de los datos bajo un marco conceptual previamente establecido.

3.4. Diseño de investigación

Para llevar a cabo el proyecto de investigación, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Randomizados (BCR). Este diseño incluyó tres tratamientos junto con

un grupo testigo, y cada tratamiento fue evaluado mediante cuatro repeticiones, lo que permitirá garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = Es una observación cualquiera

μ = Media poblacional

t_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental.

3.4.2. Análisis de variancia

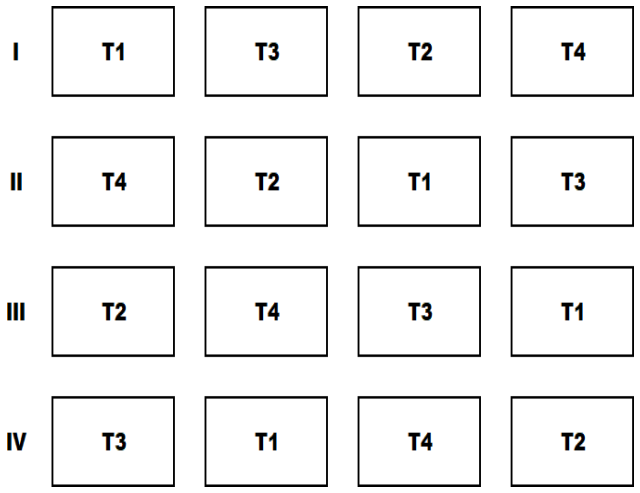
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_t 0.05	F_t 0.01	Sig
Tratamientos							
Bloques							
Error							
Total							
	S =		$\bar{x}$ =		C.V.=	%	

Para la clasificación de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Tukey con $\alpha = 0.05$.

3.4.3. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	Folamin
2	T2	Megafol
3	T3	Puncher
4	T4	Testigo

3.4.4. Croquis de campo



3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por 20 plantas de maíz por cada unidad experimental, lo que dió un total de 160 plantas en su conjunto. Estas fueron establecidas en el campo con el propósito de llevar a cabo su evaluación de manera sistemática.

3.5.2. Muestra

Para este estudio, la muestra estuvo constituida por cinco plantas de maíz en cada unidad experimental, acumulando un total de 80 plantas destinadas al análisis.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el desarrollo de esta investigación, la técnica predominante empleada fue la observación, mientras que las fichas de recolección de datos constituyeron el instrumento principal para recopilar la información necesaria.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de los datos recopilados, se utilizó el método conocido como análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de significación de Duncan, establecida al nivel del 5%. El procesamiento de la

información se efectuó utilizando el software estadístico SPSS, que permitió organizar y analizar los resultados de manera eficiente.

3.8. Tratamiento estadístico

El procesamiento de los datos recolectados en el transcurso de la investigación se efectuó utilizando el análisis de varianza (ANOVA) junto con la prueba estadística F. Además, para ordenar y comparar los tratamientos de manera detallada, se aplicó la prueba de Duncan, estableciendo un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

En el desarrollo de las actividades de investigación se tuvo en cuenta los principios de la ética práctica del investigador. Este es el principio que nos permite integrar el progreso del conocimiento con la comprensión y el progreso de nuestro estatus social. En este sentido, los hallazgos de la investigación pueden servir como referencia para otros estudios similares y contribuir al conocimiento de la producción de maíz bajo condiciones de estrés en condiciones de Chanchamayo, donde los agricultores pueden contabilizar rendimientos, producción y niveles de ingresos. Ampliar o mantener su familia. Por lo tanto, certificamos que los resultados obtenidos en este documento se reflejan en los resultados correspondientes a las evaluaciones realizadas en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se llevó a cabo en el terreno experimental perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicada en su filial de La Merced, dentro de la provincia de Chanchamayo.

A. Ubicación política

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo
- Lugar : Pampa del Carmen
  : UNDAC – La Merced
  : EFP Agronomía – La Merced

B. Ubicación geográfica

- Latitud sur : -11.074957
- Longitud oeste : -75.335550
- Altitud : 700 m.s.n.m.

4.1.2. Materiales y equipos

A. Materiales de campo

- Baldes
- Chafle o machete
- Cinta métrica
- Cordel
- Cutter
- Fichas de datos
- Guantes de jardinería
- Tablero

B. Materiales de escritorio

- Lapiceros
- Lápiz
- Libreta de campo
- Papel bond 75 gr.
- Plumón indeleble
- Reglas
- Resaltador
- USB

C. Equipos

- Computadora
- Cámara digital
- Balanza
- Mochila asperjadora
- Vernier digital

D. Insumos

- Antiestresantes comerciales (Folamin, Megafol y Puncher).

4.1.3. Descripción de los tratamientos

No.	Tratamiento	Descripción de la conformación de los tratamientos
1	**T1**	Folamin
2	**T2**	Megafol
3	**T3**	Puncher
4	**T4**	Sin aplicación (testigo)

4.1.4. Evaluación de las variables

Las evaluaciones se realizaron a la cosecha en las siguientes variables:

- Número de mazorcas/planta (unid.): Se contó el número de mazorcas por plantas a la cosecha.
- Longitud de mazorca (cm): se midió desde la base de la mazorca, hasta la punta de la mazorca.
- Diámetro de mazorca (cm): Se midió en la parte media de la mazorca.
- Peso de mazorca (g). Se pesó la mazorca despancada y limpia.
- Número de hileras de grano/mazorca (unid.): Se contó el número de hileras en cada mazorca.
- Número de granos/hilera (unid.): Se contó el número de granos por hilera en cada mazorca.
- Número de granos/mazorca (unid): Se contó el número total de granos por mazorca.
- Peso de 1000 granos (g). Se pesó 1000 granos de maíz tomados al azar.

4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento

Las actividades realizadas para el desarrollo del trabajo de investigación, fueron:

A. Preparación y acondicionamiento del área de trabajo

El espacio seleccionado para llevar a cabo la investigación presentaba una abundante cobertura de vegetación no deseada, así como la presencia de ramas

y troncos de menor tamaño. En consecuencia, se realizó inicialmente la limpieza del terreno mediante el corte de la vegetación existente, para posteriormente efectuar el proceso de desyerbo y acondicionamiento del área.

B. Preparación de surcos

Luego de la limpieza del terreno, se preparó el terreno volteando la tierra para, después proceder a la preparación de surcos, considerando u8n distanciamiento entre surcos de 0.80 m.

C. Siembra y primera fertilización

Antes de sembrar las semillas de maíz (a razón de tres semillas por golpe), éstas fueron pelleteadas con un producto antifúngico (Homai) para asegurar el proceso de germinación y emergencia. Conjuntamente con esta actividad se realizó la aplicación de los fertilizantes donde se consideró solo la mitad de la dosis para la urea. La densidad utilizada fue: 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas; y la dosis recomendada fue: 141-69-142 de N, P_2O_5 y K_2O (INIA, 2025).

D. Aporque

Cuando las plantas tuvieron 4 hojas se realizó la segunda aplicación de la urea restante y se cubrió con el aporque correspondiente. Las siguientes actividades consistieron en control fitosanitario hasta la cosecha.

E. Evaluación

Las evaluaciones de las variables fueron registradas en la hoja de datos, dejándolos ordenadas y listas para su procesamiento.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Número de mazorcas/planta

Tabla 1. *Análisis de varianza para la variable número de mazorcas/planta*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	0.10	0.033	9.179	3.863	6.992	**
Bloque	3	0.02	0.005	1.412	3.863	6.992	n.s.
Error	9	0.03	0.004				
Total	15	0.15					
	S = 0.06		$\bar{x}$ = 1.25		C.V.= 4.84 %		

En la Tabla 01, correspondiente al análisis de varianza de la variable número de mazorcas por planta, se evidencia que la fuente de tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido fue de 4.84%, el cual, de acuerdo con Martínez (2007), se clasifica como bajo. Este resultado sugiere que los datos asociados a la variable número de mazorcas por planta muestran una elevada homogeneidad dentro de cada tratamiento. Asimismo, el promedio registrado fue de 1.25 mazorcas por planta, lo que indica que la media describe adecuadamente el comportamiento de la variable.

La presencia de diferencias altamente significativas permite inferir que los tratamientos evaluados no son estadísticamente equivalentes. En ese sentido, los distintos productos antiestresantes comerciales generan efectos diferenciados sobre el número de mazorcas por planta.

Tabla 2. *Prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de mazorcas/planta*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)		
1	T1	1.35	a		
2	T3	1.30	a	b	
3	T2	1.20		b	c
4	T4	1.14			c

En la Tabla 2, que presenta la prueba de comparación de medias de Duncan al 5% para la variable número de mazorcas por planta, se identifican cuatro grupos diferenciados. El grupo –a" está integrado por el tratamiento T1 (Folamin), que se ubica en la primera posición con un promedio de 1.35 mazorcas por planta. Le sigue el grupo –ab", correspondiente al tratamiento T3 (Puncher), con un promedio de 1.30 mazorcas por planta. Por su parte, el grupo –bc" incluye al tratamiento T2 (Megafol), que ocupa una posición intermedia con un promedio de 1.20 mazorcas por planta. Finalmente, el grupo –c" está conformado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual presenta el valor más bajo, con un promedio de 1.14 mazorcas por planta.

4.2.2. Longitud de mazorca

Tabla 3. *Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	48.82	16.274	16.850	3.863	6.992	**
Bloque	3	4.16	1.387	1.437	3.863	6.992	n.s.
Error	9	8.69	0.966				
Total	15	61.68					
	S = 0.98		$\bar{x}$ = 14.99		C.V.= 6.56 %		

En la tabla 3, correspondiente al análisis de varianza de la variable longitud de mazorca, se evidencia que la fuente de tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido (6.56%) se clasifica como bajo según Martínez (2007), lo que sugiere una elevada uniformidad en la longitud de mazorca dentro de cada tratamiento. Asimismo, el valor promedio registrado fue de 14.99 cm, indicando que la media resulta adecuada para representar el comportamiento de la variable evaluada.

La presencia de diferencias altamente significativas pone de manifiesto que los tratamientos no presentan un comportamiento estadísticamente similar, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales evaluados influyen de manera diferenciada sobre la longitud de mazorca.

Tabla 4. *Prueba de significación de Duncan al 5% para la variable longitud de mazorca*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)	
1	T1	17.33	a	
2	T3	15.93	a	
3	T2	13.85		b
4	T4	12.85		b

En la tabla 4, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable longitud de mazorca, se identifican dos grupos claramente diferenciados. El grupo ―a" está integrado por los tratamientos T1 (Folamin) y T3 (Puncher), los cuales registran promedios de 17.33 y 15.93 cm, respectivamente. Por otro lado, el grupo ―b" incluye a los tratamientos T2 (Megafol) y T4 (sin aplicación), que presentan los valores más bajos, con promedios de 13.85 y 12.85 cm, respectivamente en la longitud de mazorca.

4.2.3. Diámetro de mazorca

Tabla 5. *Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	2.55	0.852	8.861	3.863	6.992	**
Bloque	3	3.22	1.073	11.168	3.863	6.992	**
Error	9	0.87	0.096				
Total	15	6.64					
	S = 0.31		$\bar{x}$ = 4.65		C.V.= 6.67 %		

En la Tabla 5, correspondiente al análisis de varianza de la variable diámetro de mazorca, se evidencia que la fuente de tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre sí.

El coeficiente de variación obtenido (6.67%) se clasifica como bajo de acuerdo con lo señalado por Martínez (2007), lo cual sugiere una reducida dispersión de los datos. Esto indica que el diámetro de mazorca dentro de cada tratamiento muestra un comportamiento homogéneo, con un valor promedio de 4.65 cm; en consecuencia, la media calculada resulta representativa del conjunto de datos.

Asimismo, la presencia de diferencias altamente significativas confirma que los tratamientos evaluados no son estadísticamente equivalentes, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre el diámetro de mazorca.

Tabla 6. *Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de mazorca*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)	
1	T1	5.25	a	
2	T3	4.78	a	b
3	T2	4.30		b
4	T4	4.28		b

En la Tabla 6, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable diámetro de mazorca, se identifican tres grupos estadísticos diferenciados. El grupo ―a" está representado por el tratamiento T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 5.25 cm. Por su parte, el grupo ―ab" incluye al tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio de 4.78 cm, evidenciando una posición intermedia. Finalmente, el grupo ―b" está conformado por los tratamientos T2 (Megafol) y T4 (sin aplicación), los cuales registran los promedios más bajos, con 4.30 y 4.28 cm, respectivamente.

4.2.4. Peso de mazorca

Tabla 7. *Análisis de varianza para la variable peso de mazorca*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	6652.01	2217.335	38.468	3.863	6.992	**
Bloque	3	423.66	141.222	2.450	3.863	6.992	n.s.
Error	9	518.77	57.641				
Total	15	7594.44					
	S = 7.59		$\bar{x}$ = 194.65		C.V.= 3.90 %		

En la Tabla 7, correspondiente al análisis de varianza de la variable peso de mazorca, se evidencia que la fuente de tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre los grupos evaluados.

El coeficiente de variación obtenido (3.90%) se clasifica como bajo, de acuerdo con Martínez (2007), lo que indica una escasa dispersión de los datos. Este resultado sugiere que el peso de mazorca dentro de cada tratamiento es bastante homogéneo, con un promedio de 194.65 g; en consecuencia, la media puede considerarse representativa del conjunto analizado.

Asimismo, la significancia estadística observada confirma que los tratamientos no son equivalentes entre sí, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre la variable peso de mazorca.

Tabla 8. *Prueba de significación de Duncan al 5% para peso de mazorca*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)		
1	T1	211.82	a		
2	T3	210.45	a		
3	T2	195.14		b	
4	T4	161.21			c

En la Tabla 8, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso de mazorca, se identifican tres grupos estadísticos diferenciados. El grupo ―a" está representado por los tratamientos T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 211.82 g. y el tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio de 210.45 gr. Por su parte, el grupo ―b" representado por el tratamiento T2 (Megafol) con un valor promedio de 195.14 g. y el grupo ―c" representado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual registra el promedio más bajo, con 161.21 g. en el peso de la mazorca.

4.2.5. Número de hileras por mazorca

Tabla 9. *Análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	0.20	0.067	8.332	3.863	6.992	**
Bloque	3	0.01	0.004	0.526	3.863	6.992	n.s.
Error	9	0.07	0.008				
Total	15	0.28					
	S = 0.09		$\bar{x}$ = 3.78		C.V.= 2.36 %		

En la Tabla 9, correspondiente al análisis de varianza de la variable número de hileras por mazorca, se evidencia que la fuente de tratamientos (entre grupos) presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido de 2.36% se clasifica como bajo, de acuerdo con Martínez (2007), lo que indica una escasa dispersión de los datos., lo que indica una mínima variabilidad en los datos. Este resultado sugiere que el número

de hileras por mazorca dentro de cada tratamiento es altamente homogéneo, con un promedio general de 3.78.

Asimismo, la significancia estadística observada confirma que los tratamientos no son equivalentes entre sí, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre la variable número de hileras por mazorca.

Tabla 10. *Prueba de significación de Duncan al 5% para número de hileras por mazorca*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)		
1	T1	3.94	a		
2	T3	3.80	a	b	
3	T2	3.78		b	
4	T4	3.62			c

En la Tabla 10, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de hileras por mazorca, se identifican cuatro grupos estadísticos diferenciados. El grupo ―a" está representado por el tratamiento T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 3.94 hileras por mazorca. Por su parte, el grupo ―ab" representado por el tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio de 3.80 hileras por mazorca. Asimismo, el grupo ―b" representado por el tratamiento T2 (Megafol) con un valor promedio de 3.78 hileras por mazorca y el grupo ―c" representado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual registra el promedio más bajo, con 3.62 hileras por mazorca.

4.2.6. Número de granos por hilera

Tabla 11. *Análisis de varianza para la variable número de granos por hilera*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	7.76	2.588	161.739	3.863	6.992	**
Bloque	3	0.03	0.008	0.523	3.863	6.992	n.s.
Error	9	0.14	0.016				
Total	15	7.93					
S = 0.13			$\bar{x}$ = 5.13		C.V.= 2.47 %		

En la Tabla 11, correspondiente al análisis de varianza de la variable número de granos por hilera, se evidencia que la fuente de tratamientos (entre grupos) presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido de 2.47% se clasifica como bajo, de acuerdo con Martínez (2007), lo que indica una escasa dispersión de los datos., lo que indica una mínima variabilidad en los datos. Este resultado sugiere que el número de granos por hilera dentro de cada tratamiento es altamente homogéneo, con un promedio general de 5.13 granos por hilera..

Asimismo, la significancia estadística observada confirma que los tratamientos no son equivalentes entre sí, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre la variable número de granos por hilera.

Tabla 12. *Prueba de significación de Duncan al 5% para número de granos por hilera*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)			
1	T1	6.00	a			
2	T3	5.42		b		
3	T2	5.01			c	
4	T4	4.09				d

En la Tabla 12, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de granos por hilera, se identifican cuatro grupos estadísticos

diferenciados. El grupo –a" está representado por el tratamiento T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 6.00 granos por hilera. Por su parte, el grupo –b" representado por el tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio de 5.42 granos por hilera en promedio. Asimismo, el grupo –c" representado por el tratamiento T2 (Megafol) con un valor promedio de 5.01 granos por hilera y el grupo –d" representado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual registra el promedio más bajo, con 4.09 granos por hilera.

4.2.7. Número de granos por mazorca

Tabla 13. *Análisis de varianza para la variable número de granos por mazorca*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	162.17	54.056	98.416	3.863	6.992	**
Bloque	3	0.46	0.153	0.279	3.863	6.992	n.s.
Error	9	4.94	0.549				
Total	15	167.57					
	S = 0.74		$\bar{x}$ = 19.49		C.V.= 3.80 %		

En la Tabla 13, correspondiente al análisis de varianza de la variable número de granos por mazorca, se evidencia que la fuente de tratamientos (entre grupos) presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido de 3.80% se clasifica como bajo, de acuerdo con Martínez (2007), lo que indica una escasa dispersión de los datos., lo que indica una mínima variabilidad en los datos. Este resultado sugiere que el número de granos por mazorca dentro de cada tratamiento es altamente homogéneo, con un promedio general de 19.49 granos por mazorca.

Asimismo, la significancia estadística observada confirma que los tratamientos no son equivalentes entre sí, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre la variable número de granos por mazorca.

Tabla 14. *Prueba de significación de Duncan al 5% para número de granos por mazorca*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)			
1	T1	23.62	a			
2	T3	20.59		b		
3	T2	18.93			c	
4	T4	14.81				d

En la Tabla 14, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de granos por mazorca, se identifican cuatro grupos estadísticos diferenciados. El grupo ―a" está representado por el tratamiento T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 23.62 granos por mazorca. Por su parte, el grupo ―b" representado por el tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio de 20.59 granos por mazorca. Asimismo, el grupo ―c" representado por el tratamiento T2 (Megafol) con un valor promedio de 18.93 granos por mazorca y el grupo ―d" representado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual registra el promedio más bajo, con 14.81 granos por mazorca.

4.2.8. Peso de 1000 granos

Tabla 15. *Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_{cal}	F_{tab} 0.05	F_{tab} 0.01	Sig
Tratamiento	3	55673.79	18557.930	39.011	3.863	6.992	**
Bloque	3	1482.33	494.111	1.039	3.863	6.992	n.s.
Error	9	4281.35	475.706				
Total	15	61437.48					
		S = 21.81		$\bar{x}$ = 375.26		C.V.= 5.81 %	

En la Tabla 15, correspondiente al análisis de varianza de la variable peso de 1000 granos, se evidencia que la fuente de tratamientos (entre grupos) presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El coeficiente de variación obtenido de 5.81% se clasifica como bajo, de acuerdo con Martínez (2007), lo que indica una escasa dispersión de los datos., lo que indica una mínima variabilidad en los datos. Este resultado sugiere que el peso de 1000 granos dentro de cada tratamiento es altamente homogéneo, con un promedio general de 375.26 g.

Asimismo, la significancia estadística observada confirma que los tratamientos no son equivalentes entre sí, lo que permite inferir que los distintos antiestresantes comerciales ejercen efectos diferenciados sobre la variable peso de 1000 granos.

Tabla 16. *Prueba de significación de Duncan 5% para peso de 1000 granos*

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación Duncan (α=0.05)		
1	T1	428.68	a		
2	T3	404.88	a	b	
3	T2	391.80		b	c
4	T4	275.69			c

En la Tabla 16, correspondiente a la prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso de 1000 granos, se identifican en cuatro grupos estadísticos diferenciados. El grupo ―a" está representado por el tratamiento T1 (Folamin), que alcanza el mayor promedio con 428.68 g. Por su parte, el grupo ―ab" representado por el tratamiento T3 (Puncher), con un valor promedio en el peso de 1000 granos de 404.88 g. Asimismo, el grupo ―bc" representado por el tratamiento T2 (Megafol) con un valor promedio en el peso de 1000 granos de 391.80 g. y el grupo ―c" representado por el tratamiento T4 (sin aplicación), el cual registra el promedio más bajo, con 275.69 g. en el peso de 1000 granos.

4.3. Prueba de hipótesis

El planteamiento de la hipótesis estadística es:

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas en las medias de las variables de producción de maíz entre los tratamientos con los tres antiestresantes

comerciales y el testigo; es decir, los antiestresantes no afectan la producción del maíz.

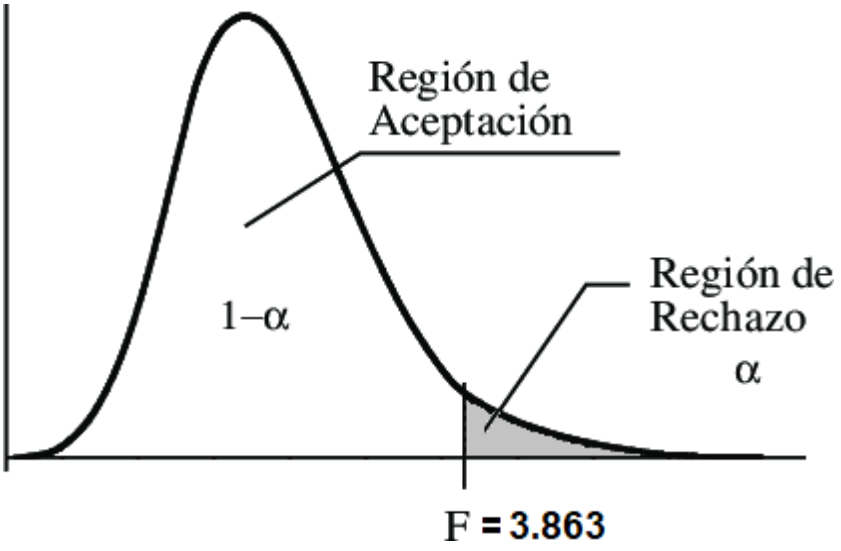
Hipótesis alternativa (Ha): Al menos una media de una variable de producción de maíz difiere significativamente entre los tratamientos con antiestresantes y el testigo, indicando que alguno de los antiestresantes tiene efecto en la producción.

Formalmente:

H0: $\mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3} = \mu_{T4}$

Ha: Al menos un $\mu_i \neq \mu_j$, i ≠

Regla de decisión:



Si Fcal ≤ Ftab se acepta la hipótesis nula H0 (no hay diferencia significativa).

Si Fcal > Ftab, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa Ha (sí hay diferencia significativa).

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
Número de mazorcas/planta	9.179	3.863	*Se rechaza la Ho*
Longitud de mazorca	16.850	3.863	*Se rechaza la Ho*
Diámetro de mazorca	8.861	3.863	*Se rechaza la Ho*
Peso de mazorca	38.468	3.863	*Se rechaza la Ho*
Número de hileras/mazorca	8.332	3.863	*Se rechaza la Ho*
Número de granos/hilera	161.739	3.863	*Se rechaza la Ho*
Número de granos por mazorca	98.416	3.863	*Se rechaza la Ho*
Peso de 1000 granos	39.011	3.863	*Se rechaza la Ho*

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos muestran que el uso de antiestresantes comerciales tuvo un impacto notable en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas en el maíz, como la altura de la planta, el grosor del tallo, el número y la longitud de las hojas, el desarrollo de las raíces y el rendimiento en peso de los granos. Esta evidencia empírica respalda la hipótesis principal del estudio, que sugería un efecto positivo de los antiestresantes en el rendimiento y la tolerancia al estrés abiótico en el cultivo.

Estos hallazgos son consistentes con lo que reportaron Armadans Rojas et al. (2025), quienes indicaron que la aplicación de bioestimulantes en maíz Bt resultó en aumentos significativos en la altura de la planta, la longitud de la mazorca, el peso de 1,000 granos y el rendimiento total. Ellos establecieron que los tratamientos con dosis más altas de bioestimulantes lograron los mejores resultados, tanto en crecimiento vegetativo como en producción. De manera similar, Martínez-Gutiérrez et al. (2022) concluyeron que la fertilización foliar con bioestimulantes incrementa de forma significativa el rendimiento de grano en maíz, especialmente en condiciones de estrés ambiental, atribuyendo estos efectos a una mejor absorción y asimilación de nutrientes, así como a la protección contra factores abióticos adversos.

Por otro lado, Shi et al. (2024) llevaron a cabo un estudio experimental con maíz y encontraron que el uso de bioestimulantes no solo impulsa el crecimiento y el rendimiento, sino que también influye en el perfil transcriptómico de las raíces y en la composición microbiana de la rizosfera. Esto sugiere que sus efectos en la promoción del crecimiento podrían depender, en parte, de cómo interactúan con los microorganismos del suelo. Estas interacciones son cruciales, especialmente en situaciones de estrés hídrico o falta de nutrientes, que son bastante comunes en la producción en Chanchamayo.

De igual manera, Álvarez-Aquise et al. (2025) reportaron beneficios similares al combinar compost y bioestimulantes, notando un aumento significativo en el rendimiento del maíz morado en condiciones de altura, gracias a una mejoría en el desarrollo de las raíces y en la eficiencia del uso de nutrientes. A nivel fisiológico, investigaciones recientes indican que los bioestimulantes, como los utilizados en este experimento, favorecen la expresión de genes relacionados con la tolerancia al estrés y la síntesis de lignina en las raíces, lo que refuerza la estructura y resistencia de la planta ante condiciones adversas (Shi et al., 2024).

Por último, Du Jardin (2015) sugiere que el uso de bioestimulantes en la agricultura puede aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y el rendimiento general de los cultivos, lo que coincide con las observaciones sobre el impacto positivo de los antiestresantes en las variables evaluadas del maíz estudiado.

CONCLUSIONES

- La aplicación de antiestresantes comerciales (Folamin, Megafol y Puncher) en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en condiciones agroclimáticas del distrito de Chanchamayo generó rendimientos de grano de 5.25 t/ha para Folamin (T1), 4.30 t/ha para Megafol (T2), 4.78 t/ha para Puncher (T3) y 4.28 t/ha en el testigo sin aplicación (T4), conforme a los análisis de varianza y pruebas de Duncan ($p < 0.05$) realizados sobre componentes productivos como número de mazorcas/planta (1.35, 1.20, 1.30 y 1.14, respectivamente), longitud de mazorca (17.33 cm, 13.85 cm, 15.93 cm y 12.85 cm) y peso de 1000 granos..
- Los resultados muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos analizados, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar que los antiestresantes comerciales tienen un efecto positivo en el desarrollo y la productividad del maíz. Estos valores productivos, derivados de un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y densidad de siembra de 0.80 m × 0.40 m (31,250 plantas/ha), evidencian diferencias estadísticamente significativas (F calculado > F tabular en todas las variables evaluadas a la cosecha), rechazando la hipótesis nula de ausencia de efecto. La superioridad de Folamin se justifica por incrementos en diámetro de mazorca (5.25 cm vs. 4.28 cm en testigo), peso de mazorca (superior en categorías Duncan) y número de hileras/grano, lo que optimiza la eficiencia fotosintética y la partición de asimilados bajo estrés abiótico regional, alineándose con la fertilización base de 141-69-142 kg/ha N-P_2O_5-K_2O.
- La dosis y el tipo de antiestresante utilizado son factores clave que determinan la magnitud de los beneficios obtenidos. Los tratamientos que emplearon dosis óptimas lograron aumentos tanto en biomasa como en el rendimiento del grano, alineándose con lo que han reportado otras investigaciones recientes y subrayando la importancia de elegir el producto adecuado y un manejo técnico apropiado. Los resultados corroboran que estos rendimientos (superiores al baseline regional de 2 t/ha en selva alta) responden a mecanismos bioestimulantes como regulación osmótica y mayor biomasa radicular (longitud 27.25 cm y grosor 4.59 mm en dosis óptimas), mitigando limitantes

edafoclimáticos como precipitaciones irregulares y temperaturas >30°C. Tales hallazgos validan la hipótesis alternativa, con coeficientes de variabilidad bajos (<7%), garantizando homogeneidad experimental y aplicabilidad práctica para maximizar producción en sistemas similares.

- Incorporar bioestimulantes y antiestresantes en la gestión agronómica ayuda a que los cultivos sean más resilientes ante condiciones ambientales adversas, como el estrés hídrico y térmico. Esto los convierte en una herramienta agronómica valiosa para la producción sostenible, tal como lo indican estudios de América Latina y de otras partes del mundo. Los antiestresantes incrementaron la producción en 22.8% (Folamin vs. testigo), promoviendo resiliencia sin alterar prácticas agronómicas estándar
- Implementar estas tecnologías puede ofrecer beneficios económicos a los productores, al aumentar tanto el rendimiento como la calidad del grano, al mismo tiempo que se mitiga el impacto negativo de factores abióticos, algo que ha sido respaldado por múltiples fuentes científicas en los últimos años.

RECOMENDACIONES

- Es importante aplicar los antiestresantes comerciales en el cultivo de maíz, especialmente durante las etapas críticas de crecimiento y desarrollo, para mejorar la resistencia al estrés abiótico y maximizar el rendimiento.
- Además, es fundamental ajustar la dosis y el momento de aplicación de estos antiestresantes según las condiciones específicas del cultivo y la agroecología local, con el fin de optimizar tanto los beneficios agronómicos como los económicos.
- Implementar un monitoreo constante del cultivo es clave para detectar signos tempranos de estrés hídrico o térmico. Así, se pueden aplicar bioestimulantes de manera preventiva o correctiva, lo que favorece la salud y productividad del maíz.
- También es recomendable complementar el uso de antiestresantes con otras prácticas agronómicas sostenibles, como un manejo adecuado del riego, una fertilización balanceada y un control integrado de plagas y enfermedades, para potenciar la resiliencia y la calidad del cultivo.
- Por último, es esencial promover capacitación técnica a los agricultores sobre el manejo y los beneficios de los antiestresantes y bioestimulantes, así como sobre la interpretación de las condiciones climáticas, para facilitar la adopción efectiva de esta tecnología.
- Se deben realizar investigaciones futuras para evaluar el efecto combinado de los antiestresantes con diferentes variedades de maíz y en diversas condiciones agroclimáticas, con el objetivo de enriquecer las recomendaciones y ampliar su aplicabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aloni, R. & Griffith, M. 1991. Functional xylem anatomy in the root-shoot junctions of six cereal species. *Planta,* 184: 123-129.

Bruce, W.B., Edmeades, G.O. Barrer, T.C. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. Journal of Experimental Botany 53:13-25.

Caroline, R.C., Jacobs, S.W.L. & Vesk, M. 1973. The structure of the cells of the mesophyll and parenchymatous bundle sheath of the Gramineae. *Bot. J. Linn. Soc.,* 66: 259-275.

Castañedo, P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial AGT Editor S.A. primera edición México, D.F. México. Pág. 248 - 256

Cazco, C. 2006. Maíz *Cultivos andinos*. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

Cheng, P. C., Greyson, R.I. & Walden, D.B. 1983. Organ initiation and the development of unisexual flowers in the tassel and ear of *Zea mays*. *Am. J. Bot.,* 70: 450-462.

Cheng, P.C. & Pareddy, D.R. 1994. Morphology and development of the tassel and ear. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook,* p. 37-47. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Dellaporta, S. L. & Calderón-Urrea, A. 1994. The sex determination process in maize. *Science,* 94: 1501.

Esau, K. 1977. *Anatomy of seed plants,* 2nd ed. New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.

Feldman, L. 1994. The maize root. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook,* p. 29-37. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Feldman, L. 1994. The maize root. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook,* p. 29-37. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Freeling, M. & Lane, B. 1994. The maize leaf. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook,* p. 17-28. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Fuster, E. 1974. Botánica. Editorial KAPELUSZ, Primera edición, Buenos Aires, Argentina Pág.1-7

Galinat, W.C. 1959. The phytomer in relation to floral homologies in the American Maydeae. *Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ.,* 19: 1-32.

Gostincar, J. 1998. Técnicas Agrícolas En Cultivos Extensivos BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, Segunda edición, Editorial Idea Books S.A. España Pág. 383-394

Gutiérrez, M., Gracen, V.E. & Edwads, G.E. 1974. Biochemical and cytological relationships in C4 plants. *Planta,* 119: 279-300.

Hanway, J. J. & Ritchie, S.W. 1987. Zea mays. *In* H. Halvey, ed. *Handbook of flowering,* vol. 4. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.

Hanway, J.J. & Ritchie, S.W. 1987. Zea mays. *In* H. Halvey, ed. *Handbook of flowering,* vol. 4. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.

Hidalgo, A. (2012). Comportamiento de tres bioestimulantes en la producción de maíz (Zea *mays* L.), Híbrido XB 8010, en Tingo María. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad De Agronomía. Departamento Académico de Ciencias Agrarias.

Hunter, J.W. & Dalbey, N.E. 1937. A histological study of stalk-breaking in maize. *Amer. J. Bot.,* 24: 492-494.

IMPOFOS. 1997. *Manual internacional de fertilidad de suelos*. Publicado por potash and phosphate

Jackson, M.B. 1994. Root-to-shoot communication in flooded plants: involvement of abscisic acid, ethylene, and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agron. J.,* 86(5): 775-782.

Laetsch, W.M. 1974. The C4 syndrome: a structural analysis. *Ann. Rev. Plant Physiol.,* 25: 27-52.

Lambers, H., Chapin III, F.S. Pons, L. 1998. Plant Physiological Ecology, Springer, New York. USA.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress. 2nd. Ed. New York. Academic Press.

Lichtenthaler, H.K. 1996. Vegetation Stress: an Introduction to the stress concept in plants. Journal of Plant Physiology. 148:4-14.

Luxova, M. 1981. Growth region of primary root of maize (*Zea mays* L.). *In* R. Brouwer *et al.,* eds. *Structure and function of plant roots,* p. 9-14. The Hague, Netherlands, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers.

Magnavaca, R., Gardner, C.O. & Clark, R.B. 1987. Evaluation of inbred lines for aluminum tolerance in nutrient solution. *In* H.W. Gabelman & B.C. Longhman, eds. *Genetic aspects of plant-mineral nutri-tion,* p. 255-265. Dordrecht, Netherlands, Martinus Nijhoff Publ.

Martinez, M. 1995. Agricultura Práctica. Editorial Ramón Sopena, S.A. Barcelona, España. Pág. 276-283

Medrano, H. Flexas, J. 2002. Capítulo 1. Respuesta de las plantas al estrés hídrico. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal 377p. (eds. J. Azcón-Bieto y M.Talón). Ed. McGraw-Hill Interamericana-Ediciones de la Universidad de Barcelona, Madrid-Barcelona. España.

Mistrik, I. & Mistrikova, I. 1995. Uptake, transport and metabolism of phosphates by individual roots of *Zea mays* L. *Biologia* (Bratislava)*,* 50: 419-426.

Montana, 2018. Megafol. Bioestimulante Vegetal. Ficha Técnica. La Molina, Lima, Perú.

Montana, 2019. Folamin. Bioestimulante Vegetal. Ficha Técnica. La Molina, Lima, Perú.

Montana, 2020. Puncher. Bioestimulante Vegetal. Ficha Técnica. La Molina, Lima, Perú.

Ojeda, C. (2015). Efecto de un producto bioactivo compuesto por Oligogalacturónidos como mitigador del estrés hídrico en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur.

Onderdonk, J. J. & Ketcheson, J. W. 1972. A standardization of terminology for the morphological description of corn seedlings. *Can. J. Plant Sci.,* 52: 1003-1006.

Poethig, R.S. 1994. The maize shoot. *In* M. Freeling & V. Walbot, Eds. *The maize handbook,* p. 11-17. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Ritchie, S. W. & Hanway, J. J. 1992. *How a corn plant develops.* Special report No.48. Ames, IA, USA, Iowa State University.

Rodriguez R. (2013). Evaluación del efecto de tres bioestimulantes en dos Hibridos (TRUENO NB-7443 y TRIUNFO NB-7253) en la Parroquia Sevilla del Cantón Cascales, Provincia de Sucumbíos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Extensión Sato Domingo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Carrera de Ingeniería Agroforestal.

Shaver, D.L. 1983. Genetics and breeding of maize with extra leaves above the ear. In*38th Proc. Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf.,* p. 161-180.

Smith, M.E., Miles, C.A. & Van Beem, J. 1995. Genetic improvement of maize for nitrogen use efficiency. *In* D.C. Jewell, S.R. Waddington, J.K. Ransom & K.V. Pixley, eds. *Maize Research for Stress Environ-ments. Proc. 4th Eastern and Southern Africa Reg. Maize Conf.,* Harare, Zimbabwe, 1994, p. 39-43. Mexico, DF, CIMMYT.

Stevens, S. J., Stevens, E.J., Lee, K.W., Flowerday, A.D. & Gardener, C.O. 1986. Organogenesis of the staminate and pistillate inflorescences of pop and dent corns: relationship to leaf stages. *Crop Sci.,* 26: 712-718.

Tadeo, R. 2000. *Híbridos de maíz*. Periodismo de ciencia y tecnología. Universidad Autónoma de México. Disponible en: www.invdes.com.mx

Taiz, L. Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. 3ª ed. Sinauer Associates, (Versión electronica) Inc. Sunderland, MA, EEUU. p.690.

Tambusini, A. E. 2004. Fotosintesis, fotoprotección, productividad y estrés abiótico: algunos casos de estudio. Tesis presentada para optar al grado de Doctor en Biología. Barcelona. España.

Teran, G. 2008. Corrección del anteproyecto de tesis ―Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*Zea mayz L.*) con cuatro niveles de fertilización en la parroquia La Concepción cantón Mira”

Tico, L. 1975. Biblioteca Hispania Agricultura Práctica. Editorial Ramón Sopena, S.A. Barcelona España. Pág. 276-283

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de Recolección de Datos

Ficha técnica del maíz

ATLAS 777

Fecha de actualización: Julio, 2026

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

Días de floración	70 - 75
Clase de híbrido	Simple
Altura de Planta (m)	2.05
Altura de Mazorca (m)	1.13
Posición de las hojas	Semi erectas
Resistencia a la tumbada	Altamente resistente
Días a la cosecha	150 -160
Respuesta a manejo tecnológico	Muy bueno

CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA

Grano	Anaranjado intenso
Tipo de grano	Corneo dentado
Tipo de mazorca	Cilindrocónica
Numero de hileras por mazorca	14 – 16
Cobertura de mazorca	Muy buena
Índice de desgrane	80%
Potencial de rendimiento	Muy Alto
Densidad de siembra a la emergencia (pl./ha)	72,000 – 80,000
Densidad de cosecha (pl./ha.)	72,000- 75,000

ADAPTABILIDAD
Híbrido de maíz amarillo duro ATLAS 777®; presenta una excelente elasticidad al cambio del ambiente y el manejo, además de presentar alto potencial de rendimiento, muy competitivo para el territorio peruano.

ARQUITECTURA
Planta de porte medio y un vigor excelente, follaje verde, hojas anchas y semi-erectas. Raíces adventicias profundas que le confieren excelente anclaje de planta.

TOLERANCIA A ENFERMEDADES
Es altamente tolerante a "MANCHA DE ASFALTO" (*Phyllachora maydis*) y a "ROYA DEL MAÍZ" (*Puccinia maydis*). Es tolerante a "CERCOSPORA" (*Cercospora zeae-maydis*) y "DIPLODIA" (*Diplodia macrospora*) y medianamente tolerante a "HELMINTHOSPORIUM" (*Helminthosporium maydis*).

DENSIDAD DE SIEMBRA
Utilizar la densidad de siembra apropiada para el híbrido; de 72,000 a 75,000 semillas en la siembra, en distanciamientos especiales de 0.75 m – 0.80 m entre surcos y 0.30 m – 0.35m entre golpes, colocando 2 semillas por golpe.

INTEROC
Pasión por la innovación

SIEMBRA
Se recomienda la impregnación de la semilla con el producto CRUCIAL PLUS® a la dosis de 20 – 25ml/kg de semillas, para un mayor rendimiento, menos pérdida de plantas y como barrera letal contra las plagas. Para mayor información revisar la ficha técnica de CRUCIAL PLUS®.

RECOMENDACIONES AGRONÓMICAS
Los híbridos de maíz amarillo duro requieren una fertilización balanceada de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y elementos menores, que permitan la mayor expresión del potencial de rendimiento que tienen para cada tipo de suelo.
Es recomendable determinar la fórmula de abonamiento en base a los resultados de un análisis de suelo.

MANEJO FISIONUTRICIONAL
- La primera fertilización se recomienda realizarla cuando la planta tenga de 2 a 3 hojas verdaderas.
- La segunda fertilización se realiza cuando la planta tenga 8 hojas verdaderas.
- Se recomienda una tercera fertilización, una semana antes de VT (emisión total de hojas), antes de la aparición de la panoja.

ELEMENTO	Fertilización*		
	Primera	Segunda	Tercera
Suelos Franco Arenosos			
Urea	2	4	4
Fosfato Diamónico o MicroEssentials	4.5	-	-
Sulfato de Potasio	2	2	-
Suelos Francos			
Urea	2	4	4
Fosfato Diamónico	4.5	-	-
Sulfato de Potasio	4	-	-

*Recomendación basada en número de sacos de 50 kilos por hectárea

RIEGOS
El riego es importante durante todo el crecimiento de maíz, pero es vital desde la floración hasta la maduración, momentos en los cuales se requieren riegos pesados. Deficiencia como exceso del riego reduce la dispersión del polen y viabilidad afectando el rendimiento, los momentos más críticos son emergencia, pre-floración y formación de grano.

REGISTRO
N° 010-2016-INIA

IMPORTADOR Y DISTRIBUIDOR

INTEROC
Pasión por la innovación

Dirección: Av. Javier Prado Oeste 2442. Piso 16.
Magdalena del Mar. Lima - Perú
Teléfono: (51) 1-6145100
interoc.biz

UNA EMPRESA DE LA CORPORACIÓN CUSTER

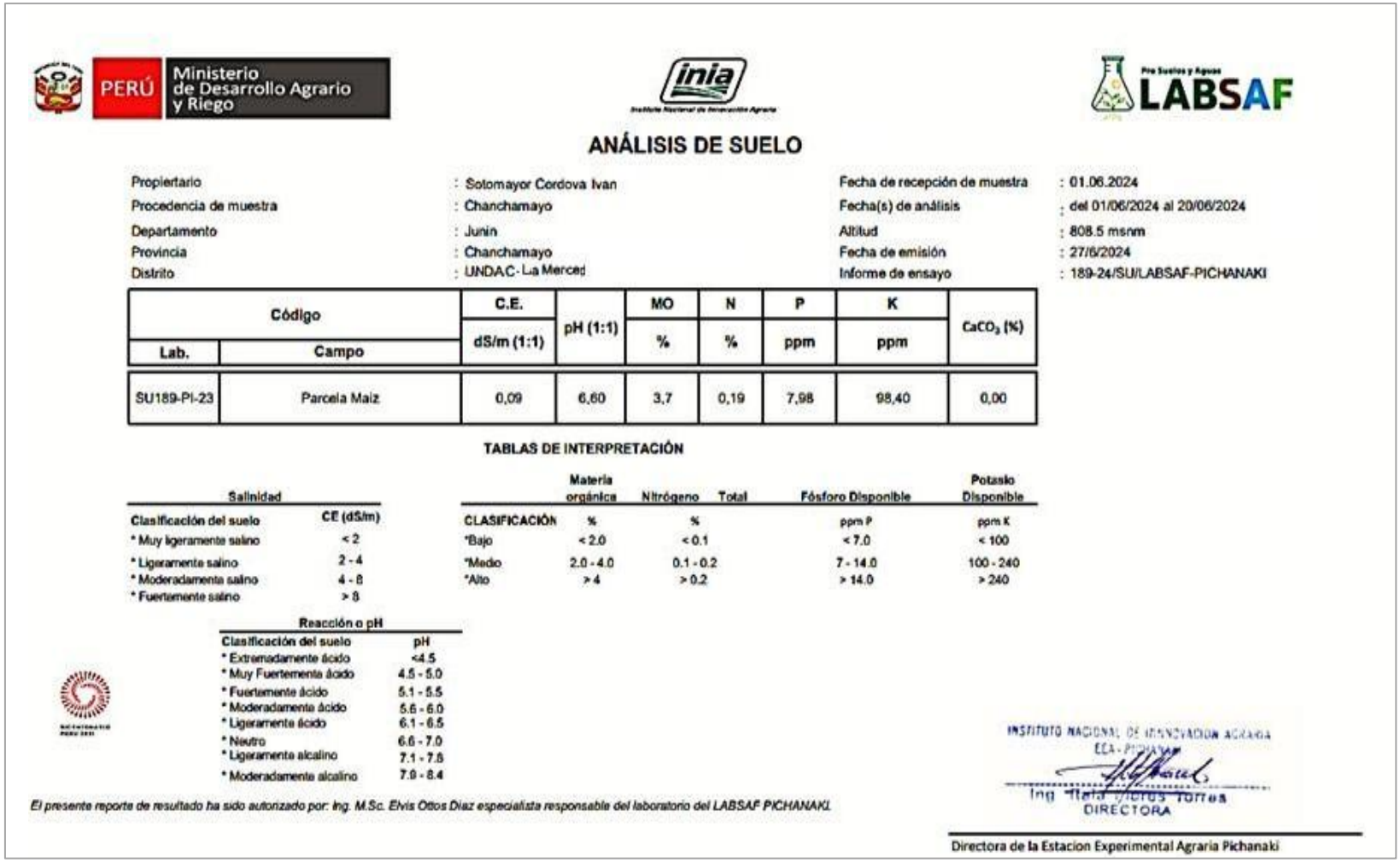
Anexo 2

Cuadro de análisis económico del rendimiento por tratamiento

Tratamiento	T1 Folamin	T2 Megafol	T3 Puncher	T4 Testigo sin aplicación
Rendimiento (t ha^{1})	5.25	4.30	4.78	4.28
Ingreso bruto (S/ha^{1})	7,875.00	6,450.00	7,170.00	6,420.00
Incremento de rendimiento frente al testigo (t ha^{1})	0.97	0.02	0.50	---
Ingreso adicional (S/ha^{1})	1,455.00	30.00	750.00	---
Costo del antiestresante y aplicación (S/ha^{1})	150.00	150.00	150.00	0.00
Beneficio neto adicional (S/ha^{1})	1,305.00	^{1}-120.00	600.00	---
Relación beneficio-costo	9.70	0.20	5.00	---
Rentabilidad adicional (%)	870.00	^{1}-80.00	400.00	---

Anexo 3

Análisis de suelo del lote experimental



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

inia Instituto Nacional de Innovación Agraria

Pro Suelos y Aguas LABSAF

ANÁLISIS DE SUELO

Propiertario	: Sotomayor Cordova Ivan	Fecha de recepción de muestra	: 01.06.2024
Procedencia de muestra	: Chanchamayo	Fecha(s) de análisis	: del 01/06/2024 al 20/06/2024
Departamento	: Junin	Altitud	: 808.5 msnm
Provincia	: Chanchamayo	Fecha de emisión	: 27/6/2024
Distrito	: UNDAC - La Merced	Informe de ensayo	: 189-24/SU/LABSAF-PICHANAKI

Código		C.E.	pH (1:1)	MO	N	P	K	$CaCO_3$ (%)
Lab.	Campo	dS/m (1:1)		%	%	ppm	ppm	
SU189-PI-23	Parcela Maiz	0,09	6,60	3,7	0,19	7,98	98,40	0,00

TABLAS DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	
Clasificación del suelo	CE (dS/m)
* Muy ligeramente salino	< 2
* Ligeramente salino	2 - 4
* Moderadamente salino	4 - 8
* Fuertemente salino	> 8

	Materia orgánica	Nitrógeno Total	Fósforo Disponible	Potasio Disponible
CLASIFICACIÓN	%	%	ppm P	ppm K
*Bajo	< 2.0	< 0.1	< 7.0	< 100
*Medio	2.0 - 4.0	0.1 - 0.2	7 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4	> 0.2	> 14.0	> 240

Reacción o pH	
Clasificación del suelo	pH
* Extremadamente ácido	<4.5
* Muy Fuertemente ácido	4.5 - 5.0
* Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	6.6 - 7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4

El presente reporte de resultado ha sido autorizado por: Ing. M.Sc. Elvis Ottos Diaz especialista responsable del laboratorio del LABSAF PICHANAKI.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
EEA - PICHANAKI
Ing. Maria Victos Torres
DIRECTORA

Directora de la Estacion Experimental Agraria Pichanaki