



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA AGRONOMÍA REDISEÑO

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo.

Título del Proyecto de Investigación:

“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a la aplicación de bioestimulantes a base de
fitohormonas y prebióticos”

Autor:

Alexi Stalin Narváez Fajardo

Tutor del proyecto de investigación:

Ing. Ramiro Gaibor Fernández M.Sc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Alexi Stalin Narváez Fajardo**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexi Stalin Narváez Fajardo

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Ramiro Remigio Gaibor Fernández M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Alexi Stalin Narváez Fajardo**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES A BASE DE FITOHORMONAS Y PREBIÓTICOS**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Ramiro Remigio Gaibor Fernández M.Sc.
TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

El suscrito **Ing. Ramiro Gaibor Fernández M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del proyecto de Investigación titulado **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES A BASE DE FITOHORMONAS Y PREBIÓTICOS”**, perteneciente al estudiante de la carrera de Agronomía **ALEXI STALIN NARVAEZ FAJARDO**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecido por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 3%.



Document Information

Analyzed document	PROY. INVESTIGACIÓN ALEXI NARVAEZ 31.05.22.docx (D138697068)
Submitted	2022-05-31T16:09:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	rgaibor@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	rgaibor.uteq@analysis.urkund.com

Documento	PROY. INVESTIGACIÓN ALEXI NARVAEZ 31.05.22.docx (D138697068)
Presentado	2022-05-31 09:09 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.urkund.com
	3% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 13 fuentes.

Ing. Ramiro Gaibor Fernández M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA AGRONOMÍA REDISEÑO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Silvia Saucedo Aguiar Ph.D.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Erick Eguez Enriquez M.Sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pablo Ramos Corrales Ph.D.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

Agradecimiento.

El autor del presente trabajo investigativo quiere dejar en constancia mi sincero agradecimiento:

Primeramente, quiero agradecer a Dios por haberme guiado en mi camino, dando me su fortaleza y sabiduría para culminar una nueva etapa de mi vida.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por haberme brindando todo el conocimiento necesario para poder culminar mi carrera universitaria como profesional.

A mis padres y mi hermana, quienes son los testigos de esta gran lucha en la cuales ellos me brindaron todas sus confianzas cuando más los necesite y nunca me dejaron solo para continuar con mis estudios.

A mi tutor el Ing. Ramiro Gaibor Fernández M.Sc., director del proyecto de investigación y el Ing. Edison Rodríguez en la realización de los ensayos del trabajo investigativo, la cual agradezco a ellos por haberme brindaron su apoyo y orientación en la realización del trabajo investigativo.

A mis abuelos por haberme apoyado con el terreno para poder desarrollar mi trabajo investigativo.

También quiero agradecer a todos los docentes de la Carrera Agronomía Rediseño que generosamente compartieron sus conocimientos y las experiencias en las aulas, durante estos cinco años de estudios.

Alexi Narváez

Dedicatoria.

Este trabajo de investigación va dedicado:

A mi madre Narcisa por ser una persona muy especial para mi quien con sacrificio y esfuerzo hizo todo lo posible para brindarme ese apoyo incondicional durante estos cinco años de estudio.

A mi padre Félix quien estuvo conmigo en esto cinco años de estudios dándome el apoyo incondicional para poder cumplir unas de metas.

A mi hermana Marjorie quien siempre estuvo ahí apoyándome y aconsejándome, a la vez por ser un ejemplo a seguir por todo lo que han logrado con esfuerzo y sacrificio.

A mis compañeros/as de grupos por haberme brindado su confianza y su amistad sincera ya que en estos cinco años de estudio compartimos buenos y malos momentos juntos.

Alexi Narváez

Resumen

El uso de los bioestimulantes ha demostrado un impacto positivo en la agricultura actual, sobre todo para la producción de los cultivos de ciclo corto como el maíz, siendo este uno de las gramíneas más cultivadas en el país. El presente trabajo se lo llevó a cabo en una finca del cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, cuyo objetivo fué evaluar las respuestas del cultivo de maíz a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos. Se estableció dos diseños para esta investigación: un DBCA con parcela dividida para la etapa vegetativa y un DBCA con un arreglo factorial de 2x3 con 3 repeticiones para la etapa reproductiva y los dos factores fueron el factor A: híbridos (Trueno y Dekalb) y factor B: bioestimulantes (XL Plus, Biostim y G-5), cuyas interacciones se compararon entre A x B donde se registraron datos para la etapa vegetativa y reproductivas. Los resultados obtenidos demostraron que el híbrido Trueno obtuvo los mejores parámetros agronómicos, mientras en el caso de los bioestimulantes evaluados su incidencia fue significativa para la altura de planta alcanzando 89.99 cm con la aplicación de G-5, mientras que para el diámetro del tallo se obtuvo 1.56 y 1.53 cm para G-5 y Biostim respectivamente. Para las variables reproductivas se alcanzó un número de hileras por mazorca de 14, longitud de mazorca de 27.85 cm, diámetro de la mazorca de 6.28 cm, peso de la mazorca con 267.02 g y rendimiento de grano con 7426.83 kg/ha gracias a la aplicación de Biostim quien demostró ser de los mejores bioestimulantes para esta investigación. La relación beneficio costo que registró el Biostim fue significativa, alcanzado un ingreso neto de \$1123.24, obteniendo una rentabilidad del 77%.

Palabras claves: Híbridos, cereales, estimulación, reguladores de crecimiento

Abstract

The use of biostimulants has shown a positive impact on current agriculture, especially for the production of short-cycle crops such as corn, one of the most cultivated grasses in the country. The present work was carried out on a farm in the Buena Fe canton, Los Ríos province, with the objective of evaluating the responses of the corn crop to the application of biostimulants based on phytohormones and prebiotics. Two designs were established for this research: a DBCA with a divided plot for the vegetative stage and a DBCA with a 2x3 factorial arrangement with 3 replications for the reproductive stage and the two factors were factor A: hybrids (Trueno and Dekalb) and factor B: biostimulants (XL Plus, Biostim and G-5), whose interactions were compared between A x B where data were recorded for the vegetative and reproductive stages. The results obtained showed that the Trueno hybrid obtained the best agronomic parameters, while in the case of the biostimulants evaluated, their incidence was significant for plant height, reaching 89.99 cm with the application of G-5, while for stem diameter 1.56 and 1.53 cm were obtained for G-5 and Biostim, respectively. For the reproductive variables, a number of rows per ear of 14, ear length of 27.85 cm, ear diameter of 6.28 cm, ear weight of 267.02 g and grain yield of 7426.83 kg/ha were achieved thanks to the application of Biostim, which proved to be one of the best biostimulants for this research. The benefit-cost ratio of Biostim was significant, reaching a net income of \$1123.24, obtaining a profitability of 77%.

Key words: hybrids, cereals, stimulation, growth regulators

Tabla de contenido

Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Código Dublin.....	xi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Problema de investigación.....	4
1.1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.3 Sistematización del problema.....	5
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1 Marco conceptual.....	9
2.1.1 Bioestimulantes.....	9
2.1.2 Prebiótico.....	9
2.1.3 Fitohormonas.....	9
2.2 Marco referencial.....	9
2.2.1 Importancia del cultivo de maíz en el Ecuador.....	9
2.2.2 Origen del cultivo de maíz.....	10
2.2.3 Taxonomía.....	11
2.2.4 Descripción botánica.....	11
2.2.4.1 Raíces.....	11

2.2.5	Determinación de las etapas de desarrollo del maíz	13
2.2.6	Híbrido de maíz.....	15
2.2.7	Ventajas del uso de híbridos del maíz.....	17
2.2.8	Desventajas del uso de híbridos del maíz.	17
2.2.9	Bioestimulantes.....	17
2.2.10	Ventajas de los bioestimulantes.....	20
2.2.11	Hormonas Vegetales o Fitohormonas.....	20
2.2.12	Bioestimulantes evaluados en la investigación.	23
2.2.13	Investigaciones o estudios relacionados.	27
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		28
3.1	Localización.....	29
3.1.1	Características agroclimáticas.....	29
3.2	Tipo de investigación.....	29
3.3	Método de investigación.....	30
3.3.1	Método de observación.....	30
3.3.2	Método deductivo.....	30
3.4	Fuente de recopilación de información.....	30
3.4.1	Fuente primaria.....	30
3.4.2	Fuente secundaria.....	30
3.5	Diseño de la investigación.....	31
3.5.1	Diseño experimental para la etapa vegetativa.....	31
3.5.2	Diseño experimental para la etapa reproductiva.....	32
3.5.3	Factores en estudio.....	33
3.5.4	Tratamientos.....	33
3.5.5	Características del área experimental.....	33
3.6	Instrumentos de la investigación.....	34
3.6.1	Manejo del experimento.....	34
3.6.2	VARIABLES A ESTUDIAR.....	37
3.7	Tratamiento de los datos.....	40
3.8	Recursos humanos y materiales.....	40
3.8.1	Recursos humanos.....	40
3.8.2	Materiales.....	40
3.8.3	Herramientas.....	41
3.8.4	Material vegetal.....	41

3.8.5 Insumo químico.....	41
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Resultados	43
4.1.1 Altura de planta (cm)	43
4.1.2 Número de hojas	45
4.1.3 Diámetro del tallo (cm).....	46
4.1.4 Días de floración	49
4.1.5 Altura de inserción de la mazorca (cm)	49
4.1.6 Número de hileras por mazorca	50
4.1.7 Largo de la hoja (cm).....	52
4.1.8 Ancho de la hoja (cm).....	52
4.1.9 Longitud de mazorca (cm)	53
4.1.10 Diámetro de la mazorca (cm)	54
4.1.11 Peso de la mazorca (gr)	55
4.1.12 Peso de 100 granos (gr)	56
4.1.13 Rendimiento del grano (kg/ha).....	56
4.1.14 Análisis económico.....	57
4.2 Discusión.....	60
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1 Conclusiones	63
5.2 Recomendaciones.....	64
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	65
6.1 Bibliografía	66
CAPÍTULO VII ANEXOS.....	70
7.1 Anexos	71

Índices de tabla

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de maíz	11
Tabla 2. Etapas vegetativas y reproductivas	14
Tabla 3. Composición química del XI-plus.	24
Tabla 4. Composición química del Biostim	25
Tabla 5. Composición química del G-5.....	26
Tabla 6. Condiciones agroclimáticas.....	29
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza (ANOVA).	31
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza (ANOVA).	32
Tabla 9. Descripción de los tratamientos.....	33
Tabla 10. Área experimental.....	34
Tabla 11. Análisis económico en respuesta del cultivo maíz a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos.	57

Índice de Figuras

Figura 1. Altura de planta bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes en el cultivo de maíz.....	43
Figura 2. Altura de planta para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.	44
Figura 3. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes sobre la variable altura de planta en el cultivo de maíz.	44
Figura 4. Número de hojas en el cultivo de maíz bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes	45
Figura 5. Número de hojas para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.	46
Figura 6. Diámetro del tallo de maíz bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes.	47
Figura 7. Diámetro del tallo de maíz en los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.	47
Figura 8. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en el diámetro del tallo de maíz.	48
Figura 9. Interacción entre híbridos por bioestimulantes para el diámetro del tallo en el cultivo de maíz.....	48
Figura 10. Altura de inserción de la mazorca en el cultivo de maíz para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.....	50
Figura 11. Número de hileras por mazorca en el cultivo de maíz para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.....	51
Figura 12. Efectos de la aplicación de bioestimulantes para la variable número de hileras por mazorca.	51
Figura 13. Largo de la hoja para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.	52
Figura 14. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes para la longitud de mazorca... ..	53
Figura 15. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en la variable diámetro de la mazorca.....	54
Figura 16. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en la variable peso de la mazorca.	55
Figura 17. Rendimiento del grano en los híbridos de maíz Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.....	56

Figura 18. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes para la variable rendimiento del grano. 57

Índice de anexos

Anexo 1. Análisis de varianza para la altura de la planta (cm).	71
Anexo 2. Análisis de varianza para el número de hojas.....	71
Anexo 3. Análisis de varianza para el diámetro del tallo (cm).	72
Anexo 4. Análisis de varianza para el día de floración.	72
Anexo 5. Análisis de varianza para la altura de inserción de la mazorca (cm).....	72
Anexo 6. Análisis de varianza para el número de hileras por mazorca.....	73
Anexo 7. Análisis de varianza para el largo de las hojas (cm).....	73
Anexo 8. Análisis de varianza para el ancho de las hojas (cm).	73
Anexo 9. Análisis de varianza para la longitud de mazorca (cm).	74
Anexo 10. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca (cm).	74
Anexo 11. Análisis de varianza para el peso de la mazorca (gr).....	74
Anexo 12. Análisis de varianza para el peso de 100 granos (gr).	75
Anexo 13. Análisis de varianza para el rendimiento del grano (kg/ha).	75
Anexo 14. Área del terreno para la siembra.....	75
Anexo 15. Semillas híbridas Trueno y Dekalb.....	75
Anexo 16. Realización de la siembra de las semillas híbridas	76
Anexo 17. Bioestimulantes (XI- Plus, Biostim y G-5).....	76
Anexo 18. Aplicación de los bioestimulantes	76
Anexo 19. Medición de altura de plantas a los 21 días	76
Anexo 20. Cultivo de maíz a los 90 días	76
Anexo 21. Mazorca seleccionada a los 90 días	76
Anexo 22. Cosecha del cultivo de maíz de las semillas híbridas	77
Anexo 23. Peso de 100 semillas en gramos	77

Código Dublin

Título:	“Respuesta del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos”.			
Autor:	<u>Narváez Fajardo, Alexi Stalin</u>			
Palabras clave:	Híbridos	Cereales	Estimulación	Reguladores de crecimiento
Fecha publicación:				
Editorial:				
Resumen:	<p>El uso de los bioestimulantes ha demostrado un impacto positivo en la agricultura actual, sobre todo para la producción de los cultivos de ciclo corto como el maíz, siendo este uno de las gramíneas más cultivadas en el país. El presente trabajo se lo llevó a cabo en una finca del cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, cuyo objetivo fué evaluar las respuestas del cultivo de maíz a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos. Se estableció dos diseños para esta investigación: un DBCA con parcela dividida para la etapa vegetativa y un DBCA con un arreglo factorial de 2x3 con 3 repeticiones para la etapa reproductiva y los dos factores fueron el factor A: híbridos (Trueno y Dekalb) y factor B: bioestimulantes (XL Plus, Biostim y G-5), cuyas interacciones se compararon entre A x B donde se registraron datos para la etapa vegetativa y reproductivas. Los resultados obtenidos demostraron que el híbrido Trueno obtuvo los mejores parámetros agronómicos, mientras en el caso de los bioestimulantes evaluados su incidencia fue significativa para la altura de planta alcanzando 89.99 cm con la aplicación de G-5, mientras que para el diámetro del tallo se obtuvo 1.56 y 1.53 cm para G-5 y Biostim respectivamente. Para las variables reproductivas se alcanzó un número de hileras por mazorca de 14, longitud de mazorca de 27.85 cm, diámetro de la mazorca de 6.28 cm, peso de la mazorca con 267.02 g y rendimiento de grano con 7426.83 kg/ha gracias a la aplicación de Biostim quien demostró ser de los mejores bioestimulantes para esta investigación. La relación beneficio costo que registró el Biostim fue significativa, alcanzado un ingreso neto de \$1123.24, obteniendo una rentabilidad del 77%.</p>			
Descripción:				
URL:				

Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos más trascendentales del mundo que ocupa el tercer lugar después del trigo, cebada, y el arroz, este tipo de cultivo es muy adaptable a las diversas condiciones ecológicas y edáficas que se presentan en los suelos a nivel mundial. El maíz, a pesar de ser un cultivo cuyo principal destino es la agroindustria y la alimentación animal, también es muy apreciado en la alimentación humana. Actualmente empieza a ser parte importante en las exportaciones de alimentos a nivel de América latina, pero para alcanzar los niveles productivos que permitan exportar nuestra producción nacional, es necesario realizar actividades agrícolas que permitan alcanzar su mayor potencial productivo (1) y (2).

El maíz desempeña un rol muy sustancial para la seguridad alimentaria de la población, a pesar de que el maíz amarillo es mayormente cultivado en la región litoral del país, la mayor parte de su producción está predestinada en un 80% en la producción de alimentos balanceados. En los últimos 20 años la producción y el rendimiento del maíz ha mejorado gracias al empleo de materiales mejorados y certificados (híbridos) de origen extranjero, a lo cual se ha sumado el manejo tecnológico que ha permitido alcanzar rendimientos en el 2018 de hasta 3.6 t/ha y en los próximos años se espera el rendimiento promedio supere las 8.5 t/ha (2).

En el Ecuador existen varios cantones o provincias que se dedica a la siembra y a la producción del cultivo de maíz, donde la mayor parte de las provincias que cultivan estas gramíneas son: en Los Ríos con un 37%, Manabí con un 32%, Guayas con un 15% y el otro 16% correspondes a las demás provincias. Por otro lado, existen varios tipos de semillas híbridas que nos brindas las diferentes casas comerciales como son: el Trueno, Dekalb, Somma, Hércules y entre otros híbridos, pero al momento de usar está semillas híbridas es necesario tomar en cuenta las características que nos brindas cada una de las semillas, del modo que nos permita obtener un mejor rendimiento y una mayor productividad al momento de realizar la cosecha, pero para eso también se necesitará el uso tecnológico de los insumos agrícolas (3).

El uso de los bioestimulantes en la agricultura es actualmente una de las mejores técnicas de producción agrícola, de modo que estos productos sin ser necesariamente nutrientes

permiten promover el crecimiento y el desarrollo de la planta, incrementando el rendimiento y la productividad del cultivo, entre ellos existen una amplia gama de bioestimulantes comerciales que contiene ácidos húmicos, aminoácidos, reguladores hormonales y extracto de algas (4).

El objetivo de la presente investigación se enmarca en la evaluación de la respuesta agronómica en crecimiento vegetativo y términos del rendimiento del cultivo de maíz a la aplicación de bioestimulantes en función del potencial genético diferenciado que presentan dos híbridos de gama media y bajo con condiciones ambientales medianamente favorables para el cultivo, buscando ofrecer al productor maicero de la zona norte de la provincia de Los Ríos, herramientas que le permitan alcanzar una mejor productividad.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema.

El cultivo de maíz es una de las actividades agrícolas de mayor importancia en el Ecuador, donde la mayor parte de las provincias y cantones del litoral ecuatoriano se dedican a la siembra de esta gramínea, en especial en la provincia de Los Ríos, donde se encuentran las áreas de mayor cultivo; sin embargo, uno de los principales problemas que se presentan en la actualidad es la baja productividad que están alcanzando los productores maiceros, lo que se traduce en menores ingresos y un bajo nivel socioeconómico de las familias involucradas de forma directa con este rubro agrícola.

El uso de materiales genéticos mejorados de maíz se ha presentado como la respuesta a las bajas productividades que presentaban los materiales criollos nativos, sin embargo, el tiempo ha demostrado que los materiales híbridos, si bien tienen la capacidad de mayores rendimientos por unidad de superficie comparado a los materiales nativos, no suelen tener la capacidad de adaptarse a zonas complicadas y con baja luminosidad como la que se presenta en la zona norte de la provincia.

A pesar de cultivarse en una gran parte del país, existe zonas donde las condiciones climáticas se convierten en una limitante más para alcanzar los rendimientos aceptables, como lo es la zona Guayacanes, ubicada en el cantón Buena Fé, donde existe agricultores que presentan este tipo de problema en su cultivo de maíz cada temporada, sin lograr solventar los problemas graves entre los que destacan la susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, lo que ocasiona pérdidas considerables en el rendimiento, por tal razón lo que la bioestimulación a base de sustancias prebióticas y fitohormonas se presenta como una alternativa para mejorar las condiciones de la planta y que permita obtener rendimientos aceptables para este cultivo.

1.1.2 Formulación del problema.

¿Qué tipo de bioestimulantes obtendrían las mejores respuestas en el cultivo de maíz para el desarrollo vegetativo y reproductiva de la planta?

1.1.3 Sistematización del problema.

¿Con qué bioestimulante incidiría el crecimiento vegetativo del cultivo de maíz (*Zea mays*)?

¿Qué bioestimulantes se podría obtener una mayor rentabilidad en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en su etapa reproductiva?

¿Qué tipo de bioestimulantes obtendría el mejor rendimiento para los híbridos del cultivo de maíz?

1.2 Justificación

El presente trabajo investigativo se llevó a cabo con el fin de evaluar la respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos, con la consigna de incrementar los rendimientos gracias también al uso de semillas híbridas donde cada una de las respuestas fisiológicas de las plantas a través de las variables que fueron implementadas y evaluadas de forma sistemática.

Debido a la importancia de este cultivo para la economía de las familias relacionadas directamente al cultivo de maíz, resulta importante implementar nuevas alternativas para mejorar la productividad maicera en las provincias y cantones del Ecuador. Es aquí donde la aplicación de bioestimulantes se presentan de una forma atractiva y novedosa para los agricultores, garantizando mejoras en la productividad y el crecimiento de la planta, que a corto plazo permitirá aumentar los niveles de producción debido al contenido de aminoácidos, nutrientes y proteínas que el cultivo necesita de forma indispensable para su desarrollo.

La presente investigación pretende valorar la efectividad de la aplicación de los bioestimulantes en el cultivo de maíz, en una zona comúnmente problemática de la provincia de Los Ríos, con la finalidad de brindar una nueva alternativa a los agricultores maiceros que se dedica a realizar este tipo de labor agrícola. Por otro lado, se efectuaron los tratamientos a base con los objetivos planteados para llevar a cabo con la investigación y a la vez poder incrementar la rentabilidad de los productores maiceros durante la etapa vegetativa y reproductiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar las respuestas del cultivo de maíz a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Evaluar los parámetros del crecimiento vegetativo de acuerdo a los tratamientos planteados para el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Determinar los rendimientos alcanzados en la aplicación de los tres tratamientos.

Establecer la rentabilidad de los tratamientos en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son derivado de las sustancias o microorganismos que tiene la capacidad de activar los procesos metabólicos de la planta, con la finalidad de mejorar los procesos fisiológicos del cultivo y a su vez a la asimilación de nutriente para poder obtener un mayor rendimiento en la producción (5).

2.1.2 Prebiótico

Los prebióticos son sustancias orgánicas que facilitan la restauración y conservación de los suelos agrícolas, sobre todo que le permite favorecer la multiplicación de los microorganismos naturales que están presente en el suelo y habitualmente son alimentado por las descomposiciones de nitrógenos o materia orgánicas (6).

2.1.3 Fitohormonas

Las fitohormonas es una pieza fundamental para el crecimiento y el desarrollo de la planta, del modo que ejerce su función en muy bajas concentraciones y su principal efecto se produce a nivel celular interfiriendo en los patrones del crecimiento vegetal (7).

2.2 Marco referencial

2.2.1 Importancia del cultivo de maíz en el Ecuador

El cultivo de maíz es un cultivo sumamente importante para el Ecuador por motivo de que cumple un rol principal para la seguridad alimentaria de la población. Como sabemos el maíz amarillo duro, es destinado por un 80% a la producción de alimento balanceado y que mayoritariamente se produce en la región litoral, además es el primer cultivo transitorio en la cual cuenta con una superficie sembrada de 300.000 ha (2). Por otro lado, las provincias maiceras de mayor importancia se encuentran distribuida de la siguiente manera en la provincia de Los Ríos se encuentra alrededor del 37%, Manabí con un 32%, Guayas con un 15%, el 16% corresponde a los restantes de las demás provincias y los rendimientos más alto

que obtuvieron en las demás provincias son: Los Ríos 6.2 t/ha continuado por Guayas con 4.6 t/ha y Manabí con 5.5 t/ha (3)

Por último, en el Ecuador hay una gran variedad de tipos de maíz que están adaptadas a las diferentes altitudes como son los suelos y los ecosistemas, pero aparte de eso también se toma en cuenta los factores que nos permite obtener buenos resultados en la producción como son las semillas híbridadas dentro de las más comunes son: Dekalb 7088 que nos brinda un 17%, Trueno NB 7443 nos brinda un 16% y Somma 105 nos brinda un 14% (8).

2.2.2 Origen del cultivo de maíz

Para el cultivo de maíz su centro de origen es en América central específicamente en México, en donde se difundió del norte de Canadá hacia el sur de Argentina. La evidencia más antigua existencial en el maíz es a partir de los 7000 años de antigüedad, descubierta por el arqueólogo en el valle de Tehuacán de México, pero una de las posibilidades es que existan otro centro secundario de origen en América Latina (9). Además, uno de los desarrollos que obtiene el cultivo de maíz, es el desarrollo de las civilizaciones indígenas, donde se piensa que los invasores españoles y europeo vinieron a América para poder obtener influencia sobre él. Pero los dentados del sur de México y América central estuvieron agrupados a la cultura Maya, mientras que los maíces se encontraban en la parte central de México junto con las civilizaciones Azteca (10).

Dentro de este marco los orígenes del maíz, se han encontrado algunas razas de maíz que existen mayor diversidad genética en la cual son encontrada como variedad de diferente color y dentro del mismo color hay diferentes tipos de granos como son: precocidad, adaptación a distintas condiciones ambientales como resistencia a sequias, insectos y entre otros (11). A partir de esto unos de los entrecruzamientos de razas hecho por los agricultores hay una posibilidad que los factores más importantes es la evolución y la diversidad contractual en la raza del cultivo de maíz. Pero una de las especies con mayor amplitud es en la distribución altitudinal y latitudinal en la cual ha cambiado en función las condiciones biofísicas asociadas, obteniendo así una mejor característica en los granos de maíz y en las variedades que se suele presentar dentro de una misma raza (11).

2.2.3 Taxonomía

Según Inforagro (12), la clasificación morfológica está dada de las siguientes formas:

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de maíz

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Gramineas
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i>
Nombre científico	<i>Zea mays</i>

Fuente: (12)

2.2.4 Descripción botánica

Por lo tanto, el maíz es una planta de ciclo corto y una planta de especie anual, que obtiene un gran desarrollo vegetativo de aspecto robusta y con un rápido desarrollo que podría alcanzar hasta 5 metros de altura, aunque la altura normal de una planta del cultivo de maíz es de 2 a 2.5 metros de alturas (1).

2.2.4.1 Raíces.

Las raíces del cultivo de maíz están conformadas por dos tipos de raíces: seminales y adventicias, las principales raíces adventicias están formado por entrenudos que conforma entre 4 o 5 raíces y la superficie que puede estimar el sistema radicular en el cultivo de maíz es de 120 a 150 cm de profundidad del suelo, pudiendo haber raíces que alcanza hasta mayor de 180 cm de profundidad (13).

2.2.4.2 Tallo.

Primeramente, unas de las funciones principales que tiene el tallo es que se muestra de forma cilíndrica y leñosa, que están formados por nudos y entrenudos que oscilan entre 20 a 30 según la variedad (14). Entonces, con respecto a su altura del tallo, a pesar de tener un crecimiento erecto tiene una elevada longitud que le permitiría alcanzar los 4 metros de altura hasta incluso puede ser de forma enana (12).

2.2.4.3 Hojas.

Las hojas son alargadas de gran tamaño, lanceoladas y paralelinervias, este tipo de hoja se presenta en el cultivo de maíz, donde está rodeada directamente alrededor del tallo (12). Por lo tanto, la lámina de las hojas trae una banda angosta y una delgada que suele medir de 1,5 metros de largo por 0,10 metros de ancho en la parte donde termina la punta del ápice aguda. El nervio central que se presenta en la hoja suele estar bien desarrollado en el envés y en el cóncavo en lado superior de la hoja (1).

2.2.4.4 Inflorescencia.

La inflorescencia del maíz se da por medio de las flores masculinas y de las flores femeninas que se encuentran separadas dentro de la misma planta. La inflorescencia femenina (mazorca) se encuentra ubicada en la parte basal de los entrenudos desarrollado en el tallo a partir de las yemas axilares, donde nos permite producir de 1 a 3 mazorcas en cada una de las plantas. La inflorescencia masculina (panoja) se desarrolla a partir del tallo principal de la cual esto genera un polen que es arrastrado por el viento hasta llegar a las plantas más cercanas, con la finalidad de poder partir el punto de crecimiento que se encuentra ubicado en la punta del ápice de la planta (15).

2.2.4.5 Mazorca.

La mazorca es originada a partir de las yemas axilares entre los nudos que se despliegan por el pedúnculo o del tallo modificado mediante los entrenudos cortos, donde aparentemente crecen las brácteas y las hojas modificadas de la cual protegen a los granos de formación. Cada mazorca dependerá de su respectivo tamaño y sobre todas las condiciones ambientales

que estén presente en dicho lugar, mayor población de plantas menor tamaño tendrá las mazorca, cada mazorca tendrá su respectivo número de grano ya sea por hilera esto podría llegar a más de 40 granos (13).

2.2.4.6 Estructura del grano.

Los granos son desarrollados mediante la acumulación de los productos fotosintético, mediante a través de la absorción de las raíces y de los metabolismos que son producido por la planta, pero para su estructura de grano tiene que ver bastante con la inflorescencia femenina en la cual es denominada espiga. Una de su estructura puede contener de 300 a 1000 granos según las hileras sembradas, el peso del grano puede variar entre 19 a 30 gramos por cada 100 granos, todo esto se debe a la recolección de la panoja en la cual se lo hace de forma manual, el número granos y las filas de la mazorca solo dependerá de la variedad y del vigor de la planta de maíz que se haya sembrado en dicho terreno (1).

2.2.5 Determinación de las etapas de desarrollo del maíz

Para determinar la fenología correcta en el desarrollo del cultivo de maíz, tenemos una breve descripción donde podemos obtener dos grandes estados fenológicos dividido por: etapa vegetativa (V) y etapa reproductiva (R). En la etapa vegetativa (V) se puede referirse por la acumulación existencial de biomasa que suele presentarse en el cultivo de maíz durante en el desarrollo y en la parte reproductiva (R) comienza con las apariciones de los estigmas en el R1, mientras que el R6 culmina con la maduración fisiológica del cultivo (16) y (13).

2.2.5.1 Etapas vegetativas del maíz.

En la etapa vegetativa son caracterizada por la presencia de las hojas emergidas que se presenta en el estadio de emergencia, en las hojas de maíz tiene tres parte principales en la cuales están dividida de las siguientes forma: cuerpo, vaina y cuello, del modo de que cada una cumple una función muy distinta en la cual nos permite saber que el cuerpo es la parte fundamental de la hoja por motivo de que intercepta la luz solar, mientras que la vaina es envuelta alrededor del tallo y el cuello es la que está presente entre el cuerpo y la vaina, a medida que la planta crece cada hoja brota a la luz debido a la elongación del tallo y el esparcimiento de la hoja hasta poder llegar al panojamiento (16).

2.2.5.2 Etapas reproductivas del maíz.

Unas de las etapas reproductivas son caracterizadas mediante por el estadio de emergencia de granos que se encuentra en el desarrollo de la mazorca, menos por la primera etapa reproductiva R1, que se asemeja exclusivamente por la emergencia de los estigmas del maíz (16). Existen seis tipos de etapas reproductiva en la cual se refiere principalmente en el desarrollo del grano. En las etapas reproductiva R2, R3 y R4 se asemeja mucho en los granos de las espigas, mientras que en R5 y R6 son correspondido a la madurez y la culminación de la etapa fenológica que se presenta en el cultivo del maíz (17).

2.2.5.3 Cuadro de las etapas vegetativas y reproductivas.

Según Endicott & et al., (16), existen dos divisiones para las etapas en el cultivo de maíz de las cuales son:

Tabla 2. Etapas vegetativas y reproductivas

Etapas	DAS*	Características
VE	5	Emerge el coleóptilo debajo de la superficie del suelo.
V1	9	Aparición de las primeras hojas verdaderas
V2	12	Aparición de las segundas hojas verdaderas
Vn		El número del cuello de la hoja “n” es visible (“n” equivalente al número total de hojas por planta, del cual el promedio al encontrarse es de 16 y 22, pese a la floración que pierde entre 4 o 5 hojas menores)
VT	55	Etapas donde la planta y la panoja alcanza su tamaño máximo.
R0	57	El polen comienza a desprenderse durante la floración masculina.
R1	59	Los estigmas son visibles
R2	71	Los granos de maíz tienen un líquido claro en la parte interior que le permite distinguir el embrión. Por esta razón se lo reconoce como período de ampolla
R3	80	El líquido se halla en la parte interior del grano tiende a obtener al color blanco lechoso, por tal razón se lo denominaría etapa lecho

R4	90	Los granos pastosos son derivados por medio de una pasta blanca en su parte interior, mientras que el embrión irrumpe la mitad del ancho del mismo.
R5	102	En esta fase encontramos que en la parte superior de los granos están compuesto por intermedio de un almidón sólido, de la cual el genotipo vendría obtener de forma dentada y cristalinos, ya que todos estos procesos ocurren en la etapa reproductiva de los granos dentados.
R6	112	En la etapa madurez fisiológica se suele mostrar en el campo debido a la formación que va obtenido la mazorca, en la cual obtiene una capa negra en el punto de inserción del grano de maíz. La humedad que suele presentarse en los granos es alrededor del 35%.

*DAS: son los números cercanos de los días después de la siembra, en donde las temperaturas máxima y mínima podría ser de 33°C y 22°C, respectivamente.

Fuente: (16)

2.2.6 *Híbrido de maíz*

El uso de semilla mejorada es un elemento clave en la obtención de rendimientos aceptables en muchos países en desarrollo, con el fin de alcanzar niveles competitivos en la producción, no obstante, el uso de semilla mejorada de maíz es aún muy bajo con excepción de El Salvador, donde el uso de la semilla híbrida supera el 50% de la superficie total sembrada, el resto de países de la región registran un bajo consumo de semilla mejorada, sembrándose una proporción importante de esta superficie con variedades de polinización libre (VPL), y muy poco con semilla híbrida (18).

Los híbridos de maíz son producidos mediante del polen de una línea endogámica que se utiliza para polinizar los estigmas de otra línea endogámica. Esto ocurre por los heterosis o el vigor de los híbridos, cada plantación producida trae a partir sus propias semillas híbridas que suelen ser resistente al ataque de plagas y enfermedades, pero unas de las características importantes es tener semillas mejoradas de la cual nos permita obtener un mayor rendimiento y una buena producción (16).

2.2.6.1 Característica de las semillas híbridas implementada en la investigación

2.2.6.1.1 *Trueno NB 7443.*

Según Ministerio de agricultura y ganadería (19), nos indica que las semillas más utilizadas a nivel nacional es el híbrido Trueno NB 7443 en la cual el 16% es utiliza por los agricultores maiceros para poder obtener un mejor rendimiento promedio de 5.41 t/ha.

Según Agrizon (20), estos son las características agronómicas del Trueno:

- Híbrido doble
- Días de floración femenina: 52 – 54 días
- Altura de planta: 2,1 metros
- Inserción de mazorca: 1,1 metro
- Acame de raíz: muy bajo
- Acame de tallo: muy bajo
- Amplia adaptabilidad a las diferentes zonas maiceras

Según Agrizon (20), estos son las características de la mazorca del Trueno:

- Uniformidad de mazorca: muy buena
- Cierre de punta: excelente
- Longitud de mazorca: 16 cm
- Numero de hileras/mazorca: 14-16
- Grano: anaranjado cristalino.

2.2.6.1.2 *Dekalb 555.*

Sabemos que el Dekalb 555 es un híbrido de excelente potencial para la producción de grano seco y húmedo. Pero la gran capacidad que tiene este híbrido es que le permite tener una estructura rígida que mejora la luminosidad de la mazorca, que los granos son de color rojo intenso y que tiene un alto grado de tolerancia hacia las enfermedades (21).

Según Anasac (21), estos son las características agronómicas del Dekalb:

- Rendimiento máximo obtenido: 30,150 kg/ha
- Días de floración: 84-88
- Altura de planta: 2,8 – 3,0 m
- Inserción de mazorca: 1,2 – 1,4 m

Según Anasac (21), estos son las características de la mazorca del Dekalb:

- Tipo de grano: Semi - córneo
- Forma de mazorca: Cilíndrica
- Largo de mazorca: 42-44
- Peso hectolitro: 77-79 kg

2.2.7 Ventajas del uso de híbridos del maíz.

Una de las ventajas que nos puede brindar el uso de las semillas hibrididad del maíz es que hay una serie de variedades criolla en la cual nos permite obtener mayor producción de grano, altura de planta, uniformidad en floración y madurez, pero a su vez también existen planta con mayor vigor y que a su vez son resistente al ataque de plagas y enfermedades, también cuenta con mayor sanidad en la mazorca y mayor desarrollo inicial (1).

2.2.8 Desventajas del uso de híbridos del maíz.

Una de las desventajas que se puede presentar en un híbrido de maíz es a la adaptación del área reducida, también es el costo alto que tiene la semilla hibridas, otras desventajas son las necesidades tecnológicas avanzada y los kits de insumos químicos para poder aprovechar la potencialidad de la semilla hibridas (1).

2.2.9 Bioestimulantes

Los bioestimulantes a pesar de contener sustancias son encargada de promover el crecimiento y el desarrollo de las plantas, del modo que le permite mejorar su metabolismo

y a la vez le permite ser resistente al ataque de plagas y enfermedades. La mayor parte de los bioestimulantes contienen sustancias y microorganismos cuya función es mejorar el desarrollo del cultivo y su rendimiento, mediante la aplicación de la hoja o en la rizosfera, permitiéndole estimular a la planta de forma natural del modo que se beneficie en el aprovechamiento de los nutrientes y a la vez ser resistente a las condiciones del estrés abiótico y biótico (22).

Mientras tanto, según Girón (23), nos indica que el término bioestimulante se refiere a sustancias que, a pesar de no ser un nutrimento o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, en el desarrollo, en el crecimiento vegetativo, en la floración y en los frutos. Esta definición resulta poco específica del modo que ello ha conducido a que en el mercado el término bioestimulante se utilice para describir una amplia gama de productos, que van desde extractos de plantas hasta extractos animales, además las combinaciones de estos productos de reconocida función, tales como nutrimentos, vitaminas o reguladores de crecimiento hacen que la planta active diferentes procesos fisiológicos de tal manera como son el incremento de la fotosíntesis y la producción de diferente hormonas como son la elongación de células, la división celular, brotes de yemas axilares y entre otros. A continuación, se presenta una descripción de los diferentes tipos de bioestimulantes clasificados de acuerdo con su origen o su composición, haciendo énfasis en los bioestimulantes que contienen reguladores de crecimiento.

2.2.9.1 Tipos de bioestimulantes

2.2.9.1.1 Ácido húmicos y fúlvicos.

Las sustancias húmicas son mecanismos naturales que se encuentra dentro de la materia orgánica del suelo, ya que se presenta en un estado de desintegración como son los residuos vegetales, animales y microbianos que están presente en el suelo. Una de las comparaciones que tiene los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos es que se presentan de color más oscuro, pero también tiene un gran peso molecular, tiene un gran contenido de carbono y a la vez un alto grado de polimerización. El uso de las sustancias húmicas hace que las plantas mejore sus propiedades fisicoquímicas del suelo, una de ellas como la absorción de los nutrientes y el desarrollo en las raíces (24).

2.2.9.1.2 Aminoácidos y mezclas de péptidos.

Los aminoácidos son unas mezclas de los péptidos ya que son obtenidos mediante por la hidrólisis química y de las enzimáticas de proteínas que son procedentes del origen vegetal como del origen animal (25). También existen otras moléculas nitrogenadas que son consideradas como bioestimulantes de las cuales incluyen las poliaminas, la glicina betaina y los aminoácidos no proteicos. Estos aminoácidos tienen las capacidades de poder aumentar la fertilidad del suelo y de activar las microbianas del suelo, a su vez de que no afecte el crecimiento y la productividad de la planta (24).

2.2.9.1.3 Extracto de algas y de plantas.

El uso del extracto de alga marinas contiene nutrientes menores y hormonas vegetales como las citoquininas. Estos extractos son los que inmovilizan a las sustancias para poder estimular al cultivo y a la vez poder activar sus sistemas de defensa de forma natural. Este bioestimulante habitualmente están compuesto por polisacáridos ya que son unos de los promotores para el crecimiento de la planta de la cual incluye los macros y micronutrientes (26).

2.2.9.1.4 Quitosano y otros biopolímeros.

Los quitosanos son producidos de forma natural ya que se lo puede encontrar en las cascarras de los crustáceos y en los exoesqueletos de los insectos. Los quitosanos están conformados por paredes celulares y por la membrana plasmáticas, pero unas de sus principales funciones que tiene el quitosano es que tienen la capacidad de inducir la protección contra las enfermedades y el estrés de las plantas (24).

2.2.9.1.5 Compuestos inorgánicos.

Los compuestos inorgánicos son un grupo interesante ya que engloba varios elementos químicos como son: aluminio, cobalto, sodio, selenio y el silicio, ya que estos tipos de elementos promueven el crecimiento de las plantas y sus beneficios parte del reforzamiento de las paredes celulares por el depósito del silicio siempre y cuando estén presente las condiciones ambientales en cambio el selenio hace referencia al ataque de los patógenos (5).

2.2.9.1.6 Hongos y bacterias beneficiosas.

Los hongos y las bacterias suelen provocar muchos daños en los cultivos y a la vez ocasionan severas enfermedades, pero existen muchos hongos y bacterias que son benéficos para las plantas en la cual le permite aportar nutrientes, reducir las enfermedades que se presenta en dicho cultivo y a su vez ayuda a incrementar la eficiencia de absorción (27).

2.2.10 Ventajas de los bioestimulantes

Según Agricultureros (28), nos indica que unas de las ventajas que tiene los bioestimulantes son:

- Optimizar el rendimiento y la calidad de los cultivos y cosecha.
- Es tolerante a los efectos del estrés abiótico.
- Facilita la asimilación de los nutrientes.
- Favorece el desarrollo y el incremento de los microorganismos del suelo.
- Se complementa con la fertilización.
- Mejora la fertilidad del suelo especialmente a los microorganismos del suelo.

2.2.11 Hormonas Vegetales o Fitohormonas

Las hormonas vegetales o fitohormonas son sustancias o compuestos orgánicos que son producido de manera general por las plantas y a la vez esto son sintetizado en el interior de las plantas de tal forma que con una baja concentración esto le permite activar, inhibir o modificar algunos de los procesos fisiológicos de las plantas. Por otro lado, los compuestos orgánicos que presentan las fitohormonas son de sumamente importantes sobre todo en la estimulación de las raíces, el aumento de la floración, la maduración de los frutos, el crecimiento y el desarrollo de los vegetales, permitiéndole obtener los diferentes niveles y estados de desarrollo de las diferentes especies vegetales. A parte de eso las fitohormonas consiguen tolerar los diferentes tipos de estrés biótico y abiótico que son causado por el sistema radicular (29). Para este estudio de las fitohormonas o hormonas vegetales se clasifican de las siguientes maneras: auxinas, giberelinas, citoquininas y entre otros.

2.2.11.1 Tipos de fitohormonas.

2.2.11.1.1 Auxinas.

Las auxinas son fitohormonas especializadas en el desarrollo del crecimiento vegetal en la cual tiene como consecuencia un punto principal al nivel celular, en donde posee la posibilidad de interferir en la elongación y en la diferenciación celular, esto se localiza en la mayor parte en los tejidos vegetales. Unas de las particularidades que tienen las auxinas es la capacidad de estimular la formación y la elongación de los tallos, otra característica común que contienen las auxinas es en la elaboración de diferentes raíces adventicias y en la ampliación de la dominancia apical de la planta. Dentro de las auxinas encontramos otros tipos de auxinas de las cuales son: el ácido 3-indol-acético (AIA) ya que esta auxina se produce de forma natural, mientras los que son producida de manera sintética es el ácido indol-butírico (AIB), el ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético (2,4-D) y el ácido α -naftale-nacético (ANA) (30).

2.2.11.1.2 Giberelinas.

Las giberelinas son diterpenoides que absolutamente están involucrado en la síntesis del retículo endoplasmático y del citosol, ya que cada giberelina se encuentra dentro del plastidios y dentro del retículo endoplasmático las giberelinas son transformado en ácido giberélicos (GA), mientras que en el citoplasma los ácidos giberélicos se transforman en variedades encontradas como son el ácido giberélicos en GA₁ y GA₄. Además, los ácido giberélicos se ven influenciada mucho en los efectos a nivel celular ya que esta se presenta mucho en la elongación celular, en el crecimiento embrionario y sobre todo las condiciones de luz y oscuridad que son vital para las semillas en su inicio del proceso de germinación, mientras que los efecto a nivel celular de los ácidos giberélicos son influenciada mucho en el desarrollo de los tejidos, en la elongación de raíces, hojas, flores y frutos, con la finalidad de poder obtener una mayor fertilidad en las plantas masculinas y femeninas (7).

2.2.11.1.3 Citoquininas.

Según Urbina (29), nos indica que las fitohormonas citoquininas son las que promueven a la división celular, sobre todo en los procesos de las plantas y en la regulación de los procesos

fisiológicos como son en este caso la fotosíntesis, la regulación del crecimiento en la dominancia apical y en la resistencia de patógenos. El proceso de la citoquinina es sintetizar las partes meristemáticas de las raíces y en las semillas sobre todo cuando parte el proceso de germinación, mientras que la otra parte que fue sintetizada por la citoquinina se halla a través del xilema y del floema hacia la parte aérea de la planta.

Unos de los efectos que contiene los sistemas vegetales son la presencia de auxinas debido a su alto grado complementario que tiene entre la estimulación del crecimiento y en el desarrollo vegetal, ya que una concentración muy pareja tiende a tomar una relación significativa entre auxina y citoquinina del modo que puede influenciar en las proliferación del meristemo o de los callos vegetales, aunque si la auxina llegara obtener una concentración mayor esto podría influenciar en el crecimiento en la producción de raíces, mientras que si la citoquinina obtiene una concentración mayor esto podría influir bastante en la producción de los brotes vegetales del modo que se podría surgir una concentración ideal para ambas fitohormonas para un cultivo estable y a su vez mejorar el crecimiento vegetal (30).

2.2.11.1.4 Etileno.

El etileno está categorizado de forma simple y de baja concentraciones en la cual son manifestada en el proceso de germinación hasta la maduración. Unos de los principales procesos que tiene el etileno es que son inhibidores en el desarrollo vegetativo o de estrés del modo que no debe ser considerado algo negativo, más bien debe adaptarse como mecanismo hacia las plantas y sobre todo responder a las nuevas condiciones que se le presenta. El etileno tiene la capacidad de poder germinar las semillas de diferentes especies con la finalidad de poder actuar como otro inhibidor, otra capacidad que aporta el etileno es la inhibición de la germinación del modo que es provocado por el ácido abscísico (ABA). Unas de las funciones que contiene el etileno es que interviene en el crecimiento de la planta provocando así una disminución en la parte de la elongación celular y en la incrementación del desarrollo vegetal (29).

2.2.11.1.5 Ácido abscísico.

La hormona vegetal del ácido abscísico (ABA) está relacionado con la biosíntesis de los cloroplastos y de los plastidios, ya que esta ruta comienza con la síntesis del ABA donde están presente los B-caroteno, zeaxantina y la anterazantina esto están ubicado dentro de los plastidios. Los ABA principalmente se esperaban que se sintetice primero en las raíces, pero esta hormona actualmente se sintetizo en las hojas del modo que conlleva a que se produjera definitivamente el desarrollo de la raíz mediante el transporte de las células en la cual le permitió efectuar de forma pasiva dependiendo la ayuda de ciertos transportadores. Este tipo de hormona influye bastante en el crecimiento y en el desarrollo de la plántula, donde intervine la germinación, la división celular y sobre todo en los cierres y las aberturas de las estomas en la cual promueve las dormancias de las semillas y el aguante de algún estrés abiótico (7).

2.2.12 Bioestimulantes evaluados en la investigación.

2.2.12.1 XI-plus.

“El producto XI-plus es un bioestimulante que contiene nutrientes, aminoácidos, calcio y hormonas naturales que potencializan las defensas y promueven el crecimiento vegetal. Además, el XI-plus a pesar de contener nutrientes y hormonas de crecimiento ayuda a mejorar los cultivos durante las primeras etapas del ciclo vegetativo y a la vez beneficia el aumento de la producción vegetal” (31).

2.2.12.1.1 ¿Como se obtiene el XI-plus?

El producto XI-plus es obtenido mediante los nutrientes naturales y la fermentación de las sustancias vegetales donde las enzimas específicas promueven la liberación de las fitohormonas, aminoácidos, vitaminas y macro-micro nutrientes quelatados. Los ácidos orgánicos son obtenidos por la formulación final de los ácidos húmicos y fúlvicos, donde se potencializa los componentes para las rutas metabólicas como son el crecimiento, desarrollo inicial y las defensas frente al estrés biótico (patógenos e insectos) y abiótico (sequias o heladas) (31).

2.2.12.1.2 Modo de acción.

El producto actúa debido por los aportes de los nutrientes naturales y hormonas de crecimiento que ofrece el producto XI-plus, con el propósito de estimular el crecimiento vegetal de la planta como es el caso de las auxinas que actúa en la división celular y elongación de las raíces, mientras que las citoquininas actúan sobre el crecimiento apical y el desarrollo del tallo como los brotes vegetales. Para la aplicación foliar de algún cultivo la dosis recomendada del XI-plus es de 2-5 ml en 1 L/ha, por lo general la recomendación para esta aplicación es de 6 a 8 aplicaciones por cada ciclo, mientras que para poder aplicar al suelo para activar los microorganismos la dosis es de 1 a 2 litros por hectáreas. (31).

Tabla 3. Composición química del XI-plus.

Ingredientes	Concentración por litros
Azúcares, aminoácidos y hormonas naturales	37.74%
Algas marinas	51.73%
Calcio	5.33%
Aminoácidos	0.5%
Ácidos húmicos y fúlvicos	4.70%

Fuente: (31).

2.2.12.1.3 Beneficio del XI-plus.

Según León (31), nos indica que los beneficios que brinda el XI-plus son:

- Activa la elongación de los tallos y brotes laterales.
- Estimula las defensas de las plantas evitando el ataque de plagas y enfermedades.
- Promueve el crecimiento el tamaño del botón de rosa.
- Promueve el crecimiento radicular.
- Manejo de la nutrición integral de la planta.

2.2.12.2 Biostim.

El Biostim es un producto de una nueva generación tecnológica que contienen carbohidratos complejos, macro y micronutrientes esenciales para los cultivos del modo que beneficia las enzimas y los aminoácidos que promueve la estimulación de la planta y la activación de los nutrientes del suelo (32).

Tabla 4. Composición química del Biostim

Ingredientes	Concentración por litros
Boro (B)	0.02%
Manganeso (Mn)	0.04%
Zinc (Zn)	0.07%
Aminoácidos	10.18%
Materia orgánica	18.31%

Fuente: (32)

2.2.12.2.1 *Modo de acción.*

El producto Biostim es un activador de suelos y plantas que le permite ser agregado a un programa de fertilización o fitosanitario convencional, del modo que le facilita la absorción de los nutrientes y a su vez fortalecer los procesos de la síntesis proteica, donde influye mucho en el crecimiento de las plantas y la formación de las raíces. Pero aparte de eso el Biostim tiene la capacidad de incrementar las poblaciones microbiana en suelo no tratado, todo esto se da por el producto que contiene prebióticos y a su vez tiene la capacidad de activar los microorganismos del suelo. Para la aplicación foliar de algún cultivo la dosis recomendada del Biostim es de 0.5 L/ha, por lo general la recomendación para esta aplicación se da a partir de los 5 a 10 días después de la siembra del ciclo vegetativo y después de los 30 días se le aplica en la etapa de floración (32).

2.2.12.2.2 *Beneficios del Biostim.*

- Optimizar el rendimiento y mejorar la calidad de los frutos.
- Aumentar la actividad microbiana del suelo.

- Aumentar la absorción con los fertilizantes a un 60%.
- Fuente de microelementos, proteínas, aminoácidos, carbohidratos y hormonas.

2.2.12.3 G-5.

G-5 es un bioestimulante de origen natural, elaborado a base de sustancias biológicas enriquecidas con nutrientes esenciales como fósforo, potasio y elementos menores.

El alto contenido de citoquininas que contiene el producto permite mejorar el crecimiento de las plantas, estimular la floración e incrementar la productividad. El complejo de sustancias promotoras que contienen el G-5 permite activar la microbiota natural del suelo, mediante la estimulación de producción de exudados radiculares que alimentan a la microbiología benéfica del suelo (33). Para el bioestimulante G-5 a continuación obtenemos las siguientes composiciones del producto comercial G-5:

Tabla 5. Composición química del G-5

Ingredientes	Concentración por litros
Fósforo (P ₂ O ₅)	5%
Potasio (K ₂ O)	5%
Boro (B)	0.0125%
Manganeso (Mn)	0.002%
Zinc (Zn)	0.002%
Citoquininas	400 ppm

Fuente: (33)

2.2.12.3.1 Dosis y recomendaciones del producto G-5.

Para el cultivo de banano la dosis recomendada es de 400 a 800 cc/ha para la etapa de emergencia donde apárense los nuevos hijuelos hasta llegar a las apariciones del racimo y a la formación de los dedos para evitar arpillamiento. Para el cultivo de cacao la dosis recomendada es de 1 L/ha para la etapa de la floración, donde se le aplicara cada 15 días a partir de la formación de los frutos. Para el cultivo de arroz la dosis recomendada es de 400 a 800 cc/ha para la etapa vegetativa, donde se recomienda a realizar dos aplicaciones a partir de los 30 y 45 días después del trasplante antes de llegar a la fase de macollamiento (33).

2.2.13 Investigaciones o estudios relacionados.

Icaza, en su trabajo investigativo evaluó el efecto de bioestimulantes a base de algas marinas sobre el híbrido de maíz INDIA S – 505, determinándose que los bioestimulantes foliares a base algas marinas causaron efectos positivos en el cultivo, sobre las características agronómicas de altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro y longitud de mazorca, granos por mazorca, peso de 1000 granos y relación grano-tuza, para alcanzar rendimientos de 6423,2 kg/ha y un beneficio económico neto de \$ 227,3 (34).

Urrutia, en su trabajo investigativo evaluó el efecto de bioestimulantes thihormonales en el cultivo de maíz variedad Chingasino para el rendimiento de choclo. Los tratamientos que utilizó el investigador respondieron a diversos productos comerciales. Los resultados alcanzados demuestran que el uso de bioestimulantes permite obtener variables como el ancho de grano de 1.44 cm y peso de 250 granos con 373 gr. Para el tamaño y el diámetro se contó con 16.21 cm y 16.03 cm respectivamente. El empleo de bioestimulantes presentó el mejor rendimiento de mazorca con 29.84 y 25.46 t/ha, con un promedio de 28.78 y 24.94 t/ha (35).

Laos, en su trabajo investigativo lo que hizo fue determinar el efecto de tres bioestimulantes orgánicos (Evergreen, Revite, Fertimar) en tres distintas dosis (0.5 L/ha; 0.75 L/ha; 1.0 L/ha) en el rendimiento de un híbrido doble de maíz (*Zea mays* L.) variedad XB-8010. Los resultados que presentaron para esta investigación es que el tratamiento Fertimar con dosis de 0.75 L/ha fue el que presento como uno de los mejores bioestimulantes para la variable rendimiento del grano seco con 7.284 t/ha, mientras que para las demás variables los bioestimulantes obtuvieron respuestas similares en su respectiva evaluación y su relación B/C fue de 1.63 con una rentabilidad del 63% para el tratamiento Fertimar con dosis de 0.75 L/ha (36).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la finca del Sr. German Narváez, que se encuentra ubicada en el cantón de Buena fe, sector Guayacanes de la provincia de Los Ríos cuya ubicación geográfica es de 0°45'43.8'' latitud sur y 79°27'45.6'' de longitud oeste y a una altitud de 103 m.s.n.m.

3.1.1 Características agroclimáticas

En la tabla 6, se describe cada una de las condiciones agroclimáticas que se presentó en la zona de estudio:

Tabla 6. Condiciones agroclimáticas.

Parámetros	Valores
Temperatura (°C)	28.9
Humedad relativa (%)	80
Precipitación (mm/año)	220
Heliofanía (hora luz/año)	638.8
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical (BH-T)
Topografía	Ondulada

Fuente: (37)

El ensayo se llevó a cabo durante el mes de septiembre del 2021 hasta el mes de diciembre del 2021 durante la época seca y entrando en la época lluviosa. El ensayo que se realizó fue evaluar los rendimientos alcanzados durante las etapas vegetativas y reproductiva en el cultivo de maíz mediante las aplicaciones de los tres bioestimulantes.

3.2 Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo experimental y a la vez explicativo, con la finalidad de evaluar cada uno de los tratamientos con sus respectivas variables, para lograr obtener las respuestas de dos híbridos diferentes del cultivo de maíz en su etapa vegetativa y reproductiva.

3.3 Método de investigación.

3.3.1 Método de observación

Se empleó el método de observación, donde nos permite comprobar los efectos de aplicación que se obtuvieron en cada una de las parcelas con sus respectivos tratamientos. La observación se llevó de forma diaria y los registros de los datos fueron tomada de manera semanal.

3.3.2 Método deductivo

Se empleó el método deductivo con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados, partiendo de los datos e información generales obtenido durante el ensayo y aceptarlos como validez, determinando sobre algunas fuentes correspondiente al tema a la aplicación de bioestimulante a base de fitohormonas y prebiótico en el cultivo de maíz.

3.4 Fuente de recopilación de información

3.4.1 Fuente primaria

La información que se recopiló mediante de la fuente primaria, fue mediante la observación directa a través de los ensayos realizados, en donde los registros de los datos fueron obtenidos a través de las variables de estudio y posterior a sus análisis estadísticos permitiendo obtener la información precisa sobre los problemas planteados.

3.4.2 Fuente secundaria

La información recopilada será mediante de la fuente secundaria por motivos de que se obtendrán información a través de revista, libros, manual, guías, sitio web, artículos científicos, folletos y entre otros, lo que facilitará la generación de resultados e interpretación.

3.5 Diseño de la investigación

3.5.1 *Diseño experimental para la etapa vegetativa.*

Se estableció el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo de parcelas divididas de 2x3 con 3 repeticiones, para ellos se trabajó con dos niveles que fueron empleado para la parcela principal los híbridos y el segundo nivel para la subparcela de los tres bioestimulantes. Todas las variables de estudio serán sometidas mediante el análisis de varianza para establecer la significancia estadística mediante la prueba Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de media. Para los procesamientos estadísticos se utilizó el software Rstudio.

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza (ANOVA).

Fuentes de variación	Grado de libertad
Bloques	2
Híbridos	1
Erro exp. A	2
Bioestimulantes	3
Híbridos x Bioestimulantes	3
Error exp. B	12
Total	23

Elaborado: Autor

3.5.1.1 **Modelo matemático:**

Para el siguiente modelo matemático que se va utilizar en esta investigación son las siguientes:

Ecuación 1.

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Total observado

μ = Media general del ensayo

γ_k = Efecto del bloque

τ_i = Efecto del factor de la parcela principal

$(\gamma\tau)_{ki}$ = Error de la parcela principal

β_j = Efecto del factor de la subparcela

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB

ϵ_{ijk} = Error de la subparcela experimental (ab)

3.5.2 *Diseño experimental para la etapa reproductiva.*

Se estableció el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial de 2x3 con 3 repeticiones. Todas las variables de estudio serán sometidas mediante el análisis de varianza para establecer la significancia estadística mediante la prueba Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de media. Para los procesamientos estadísticos se utilizó el software Rstudio.

Tabla 8. Esquema del análisis de varianza (ANOVA).

Fuentes de variación	Grado de libertad
Bloques	2
Híbridos	1
Bioestimulantes	3
Híbridos x Bioestimulantes	3
Error experimental	14
Total	23

Elaborado: Autor

3.5.2.1 **Modelo matemático:**

Para el siguiente modelo matemático que se va utilizar en esta investigación son las siguientes

Ecuación 2.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_k + \gamma_l + \epsilon_{kl} + \beta_j + \epsilon_{klj}$$

Y_{ij} = Total observado

μ = Resultado de la media general

α_k = Efecto del factor A

γ_l = Efecto del factor B

ε_{kl} = Interacción entre factor AB

β_j = Efecto del bloque

ϵ_{klj} = Error experimental

3.5.3 Factores en estudio

Se estudiará dos factores de la cuales son:

Factor A: Semillas de maíz híbridos (Trueno NB 7443 y Dekalb 555)

Factor B: Bioestimulantes (Xl-plus, Biostim y G5)

3.5.4 Tratamientos

Los tratamientos usados en la presente investigación se presentan a continuación:

Tabla 9. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Descripción
T1	Xl-plus + Híbrido Trueno NB7443
T2	Biostim + Híbrido Trueno NB 7443
T3	G5 + Híbrido Trueno NB7443
T4	Sin Bioestimulante + Híbrido Trueno 7443
T5	Xl-plus + Híbrido Dekalb 555
T6	Biostim + Híbrido Dekalb 555
T7	G5 + Híbrido Dekalb 555
T8	Sin Bioestimulante + Híbrido Dekalb 555

Elaborado: Autor

3.5.5 Características del área experimental

El área experimental que se utilizó para esta investigación se presentará las siguientes características experimental en la cual se detallará en la siguiente tabla:

Tabla 10. Área experimental

Características	Cantidad
Unidad experimental	24
Densidad del cultivo	62500 plantas/ha
Dimensiones de cada parcela	5m x 4m
Dimensiones del ensayo	21m x 37m
Distancia entre hilera	0.80m
Distancia entre plantas	0.20m
Distancia entre repeticiones	2m
Distancia entre tratamientos	1m
Número de repeticiones	3
Tipos de semillas híbridas	2
Número de tratamientos	4
Número de semilla por sitio	1
Área total del ensayo	777m ²
Área del cultivo	480m ²
Parcela útil	2.40
Número de planta/parcelas experimentales	25
Plantas por tratamiento	125
Total, plantas	600

Elaborado: Autor

3.6 Instrumentos de la investigación

3.6.1 Manejo del experimento

3.6.1.1 Preparación del terreno.

Para la preparación del terreno se utilizó el método de cero labranzas y a su vez se le realizó la división de cada una de los bloques de las parcelas.

3.6.1.2 Siembra.

La siembra se lo realizó a los 15 días después de la preparación del terreno con un distanciamiento de siembra de 80 cm entre hilera y 20 cm entre plantas utilizando las herramientas como: espeque, piola y machete. Para la siembra se lo realizó de forma manual, en donde se colocaba las dos semillas por golpe y además se utilizó dos tipos de semillas híbridas en la cuales son: Trueno NB 7443 y el Dekalb 555

3.6.1.3 Raleo.

El raleo se lo realizó a partir de los 15 días después de haber germinado la planta, donde se hizo la selección de las plantas más vigorosa por cada una de las parcelas, con la finalidad de ir eliminando la planta con menor vigor.

3.6.1.4 Fertilización edáfica.

Al momento de realizar la fertilización edáfica lo que se hizo fue fraccionarla en tres partes, donde las aplicaciones fueron a partir de los 14, 35 y a los 42 días después de la siembra. Para saber el requerimiento necesario para el cultivo de maíz se obtuvo la información por parte del autor García (38), quien obtuvo información por parte del INIAP, donde indica el requerimiento nutricional del cultivo es de 150 kg/ha de N, 30 kg/ha de P y 120 kg/ha de K, utilizando como productos comerciales como la Urea del 46%, DAP al 18% N + 46% P₂O₅ y el Muriato de potasio del 60% K₂O, cuyas dosificaciones para el cultivo es de 12. 82 kg de N, 3.13 kg de P₂O₅ y 9.6 kg de K₂O todos estos para cada una de las parcelas útil.

3.6.1.5 Fertilización foliar.

En la fertilización foliar se realizó 3 aplicaciones en la cual la primera aplicación fue a los 14 días, mientras que en la segunda aplicación fue a los 28 días y la tercera aplicación fue a los 42 días después de la siembra. Los tres bioestimulante que se utilizaron para el ensayo del campo son: el Xl-plus que su dosis es de 1 L/ha cuya dosificación es de 100 cc por parcela, el Biostim su dosis es de 500 cc/ha cuya dosificación es de 50cc por parcela y el G-5 su dosis es de 250 cc/ha cuya dosificación es de 25cc por parcela.

3.6.1.6 Control de maleza.

En el control de maleza se utilizó el herbicida Glifosato 1 l/ha + Atrazina 500 g/ha como pre-emergente para poder controlar las malezas de hojas anchas y gramíneas, la dosis que se usó para el control de maleza es de 100 l/ha para Glifosato y 50 gr/ha para Atrazina.

3.6.1.7 Control fitosanitario.

3.6.1.7.1 Insecticidas.

- La primera aplicación se la realizó a los 14 días después de la siembra, donde se preparó una mezcla de Metomil para el control del ataque de plagas la dosis de Metomil del ingrediente activo es de 200 gr/ha y su dosificación es de 20 gr/ha.
- La segunda aplicación fue a los 28 días después de la siembra donde se preparó una mezcla de ingrediente activo de Clorantropilprole de 100 gr/ha + Tiametoxam de 200 gr/ha con la finalidad de poder controlar las plagas en el cultivo de maíz y la dosis que se aplicó es de 30 gr/ha.
- La tercera aplicación se la realizó a los 42 días después de la siembra donde se preparó una mezcla de ingrediente activo de Metomil de 200 gr/ha, con la finalidad de prevenir el ataque de plagas en el cultivo de maíz y su dosificación fue de 20 gr/ha.

3.6.1.7.2 Fungicidas

- La primera aplicación se la realizó a los 14 días después de la siembra en la cual se preparó una mezcla de ingrediente activo Propamocarb + Metalaxil su dosis es de 300 gr/ha y su dosificación es de 30 gr/ha, también se preparó una mezcla de ingrediente activo Mancozeb sus dosis es de 500 gr/ha y su dosificación es de 50 gr/ha.
- La segunda aplicación fue a los 28 días después de la siembra de la cual se preparó Ronuron su dosis es de 500 cc/ha de ingrediente activo y su dosificación es de

50cc/ha, también se preparó el Azoxystrobin + Difeconazoles su dosis es de 250 cc/ha de ingrediente activo y su dosificación es de 25cc/ha.

- La tercera aplicación se la realizó a los 42 días después de la siembra en la cual solo se preparó Mancoceb su dosis es de 500 gr/ha de ingrediente activo y su dosificación es de 50cc/ha.

3.6.1.8 Cosecha.

A los 110 días se ejecutó la cosecha donde la mazorca llega a su estado de madurez y a la vez cumple su ciclo vegetativo, la cosecha se lo realizó de forma manual en la cual se lo recolecto en cada una de las parcelas útil.

3.6.2 Variables a estudiar

3.6.2.1 Altura de planta (cm).

Se evaluaron 10 plantas en cada parcela útil de forma al azar, con la finalidad de ir midiendo la altura de planta, donde se realizó sus respectivas evaluaciones de la cuales serán a los 21, 28,35, 42, 49 y a los 56 días después de la aplicación.

3.6.2.2 Diámetro del tallo (cm).

Para la medición del diámetro del tallo se evaluaron solos 10 plantas en cada parcela útil de forma al azar, con la finalidad de ir tomando sus respectivas evaluaciones a los 21, 28,35, 42, 49 y a los 56 días.

3.6.2.3 Número de hojas.

Se evaluaron solos 10 plantas en la cual se realizó el conteo del número de hojas de forma al azar que se encontraba en cada parcela útil, las respectivas evaluaciones se lo efectuaron a partir de los 21, 28,35, 42, 49 y a los 56 días en la etapa vegetativa.

3.6.2.4 Días de floración.

La forma de evaluar en los días de floración se lo realizó a partir de los 58 días, donde las plantas obtuvieron un 50% de floración y a los 61 días las demás plantas completaron el otro 50% en su estado de floración.

3.6.2.5 Altura de inserción de la mazorca (cm).

Para la altura inserción de mazorca se evaluaron 10 plantas de cada parcela útil escogiendo de forma al azar, donde se midió con un flexómetro desde la base de la planta hacia la base del pedúnculo de la primera mazorca este dato será expresado en cm.

3.6.2.6 Número de hilera por mazorca.

Para esta variable se evaluaron 10 plantas en la parcela útil seleccionándola de forma al azar, donde se procedió el conteo del número de hilera por mazorca y esta evaluación se la realizó a partir del día 75 en su etapa reproductiva.

3.6.2.7 Largo de hoja (cm).

Se evaluaron 10 planta por cada una de las parcelas útil que fueron seleccionada de forma al azar y a la vez que fueron seleccionada en la anterior variable, con la finalidad de poder ir evaluando el largo de las hojas, esta evaluación se la realizó de dos formas como son: las hojas altas y hojas bajas que están en medio de la mazorca.

3.6.2.8 Ancho de hoja (cm).

Se evaluaron 10 plantas de cada parcela útil que fueron seleccionada de forma al azar y a la vez que fueron seleccionada en la anterior variable, con el propósito de poder ir evaluando el ancho de la hoja esta evaluación se la realizó de dos formas como son: las hojas altas y las hojas bajas que están en medio de la mazorca.

3.6.2.9 Longitud de mazorca (cm).

Se evaluaron 10 mazorca en cada parcela útil que fueron tomada de forma al azar, esta evaluación se lo realizó en el día de las cosechas con la ayuda de un flexómetro y los datos serán representado en cm.

3.6.2.10 Diámetro de la mazorca (cm).

Se evaluaron 10 mazorca en cada parcela útil que fueron seleccionada de forma al azar, en donde se obtuvo la ayuda de un calibrador pie de rey para la toma de datos y esta evaluación se lo realizó en el día de la cosecha.

3.6.2.11 Peso de la mazorca (gr).

Para esta variable se evaluaron las 10 mazorca en cada una de la parcela útil que fueron seleccionada en la anterior variable de forma al azar y para su evaluación se necesitó una balanza en la cual sus datos fueron representado en gramos (g).

3.6.2.12 Peso de 100 granos (gr).

Para este tipo de evaluación se realizó por medio de una balanza donde sus datos fueron representados en gramos (g), en la cual se ha seleccionado 10 mazorcas por cada una de las parcelas útil que fueron seleccionado de forma al azar y a la vez que fueron seleccionada en la anterior variable, en donde se pesó 100 semillas por cada mazorca de la parcela útil.

3.6.2.13 Rendimiento del grano (Kg/ha).

Para el rendimiento del grano se obtuvo el peso total de cada una de las parcelas que estuvieron presente en la unidad experimental, del modo que nos permitirá aplicar una ecuación para poder estimar el rendimiento en kg/ha.

Ecuación 3

$$kg/ha = \frac{\text{Rendimiento por parcela util (kg)} * 10000m^2}{\text{Área de la parcela util (m}^2\text{)}}$$

3.6.2.14 Análisis económico.

Para el análisis económico consideramos el costo fijos y variables de cada uno de los tratamientos que fueron empleado en la investigación, con la finalidad de determinar los beneficios y costo que se presentan en la siguiente ecuación.

Ecuación 4

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costos totales}}$$

3.7 Tratamiento de los datos

Para los tratamientos de los datos lo que se hizo primero fue armar una base de datos en Excel, correspondiente a las evaluaciones que se iban realizando de acuerdo a sus variables, una vez obtenido los resultados experimentales se procedió analizar los datos por medio de gráfico mediante el paquete estadístico Rstudio, proporcionando las diferencias entre medias y promedió a la vez comparado con la prueba Tukey ($p < 0.05$).

3.8 Recursos humanos y materiales

3.8.1 Recursos humanos.

- Alexi Narváez (Autor)
- Ing. Ramiro Gaibor (Docente Tutor)
- Ing Edison Rodríguez (Colaborador)
- Félix Narváez (Colaborador)
- John Narváez (Colaborador)

3.8.2 Materiales.

- Piola
- Marcadores
- Tachuela

- Cuaderno de registro
- Balanza gramera digital

3.8.3 Herramientas.

- Machete
- Guadaña
- Estaca
- Espeque
- Bomba de fumigar
- Cinta métrica
- Calibrador

3.8.4 Material vegetal.

- Semillas híbridas (Trueno NB 7443 y Dekalb 555)

3.8.5 Insumo químico.

- Bioestimulantes (XL-PLUS, BIOSTIM y G5)
- Insecticidas comerciales
- Fungicidas comerciales
- Herbicidas comerciales

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

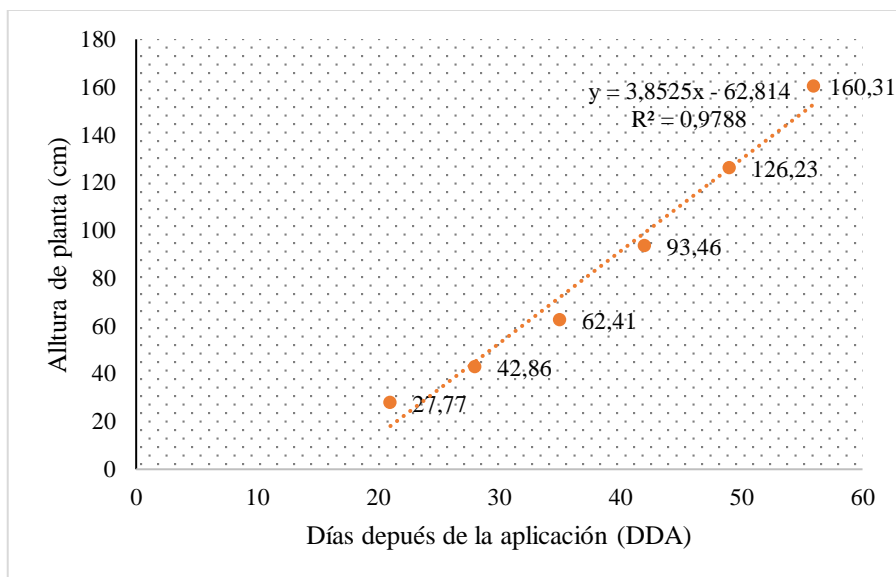
4.1 Resultados

4.1.1 Altura de planta (cm)

En la altura de planta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestran que en los dos factores presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.01$, excepto para las interacciones quienes no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 1.

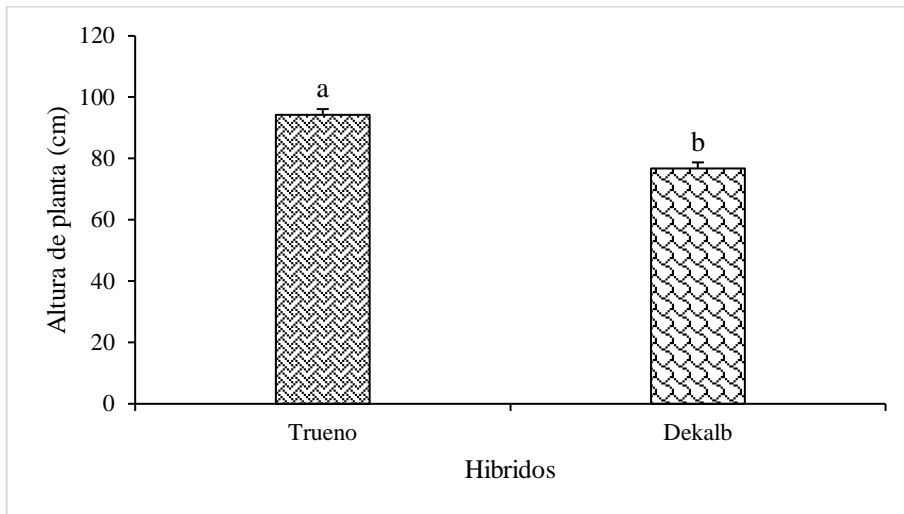
En la Figura 1, podemos observar el comportamiento de la altura de planta que fueron evaluadas a partir del día 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación, en donde nos indica que la mayor altura de planta que obtuvo el cultivo de maíz fue a partir del día 56 con 160.31 cm de altura superando estadísticamente a los demás días.

Figura 1. Altura de planta bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes en el cultivo de maíz.



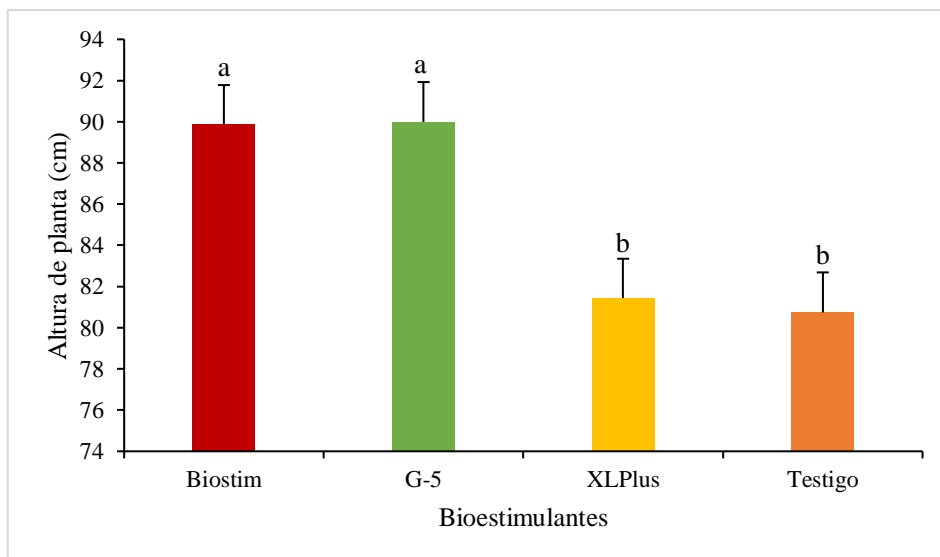
Al momento de aplicar los bioestimulantes a los híbridos Trueno NB 7443 y Dekalb 555 para la variable altura de planta podemos observar el comportamiento que está presentando los dos híbridos, en donde nos indica que el híbrido que alcanzó su mayor altura de planta fue el Trueno NB 7443 con 94.25 cm de altura y el híbrido que presentó de menor altura fue el Dekalb 555 con 76.76 cm de altura como lo muestra en la Figura 2.

Figura 2. Altura de planta para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



Los datos obtenidos en la Figura 3, nos indica los efectos que tiene cada uno de los bioestimulantes con respecto a la altura de planta del cultivo de maíz, donde se observó que los bioestimulantes que alcanzaron su mayor altura de planta fueron el G-5 y el Biostim con 89.99 y 89.86 cm de altura respectivamente, mientras el bioestimulante que alcanzó la menor altura de planta fue el Xl-Plus y el Testigo con 81.44 y 80.74 cm de altura respectivamente.

Figura 3. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes sobre la variable altura de planta en el cultivo de maíz.

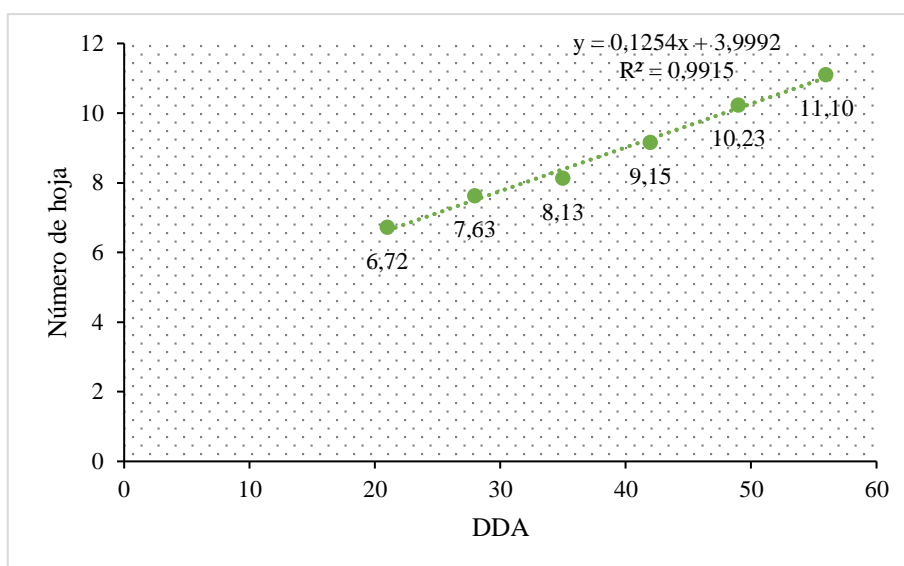


4.1.2 Número de hojas

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestran que en el factor híbrido presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.01$, excepto para el factor bioestimulantes y para las interacciones quienes no presentaron diferencia significativa como lo indica en el Anexo 2.

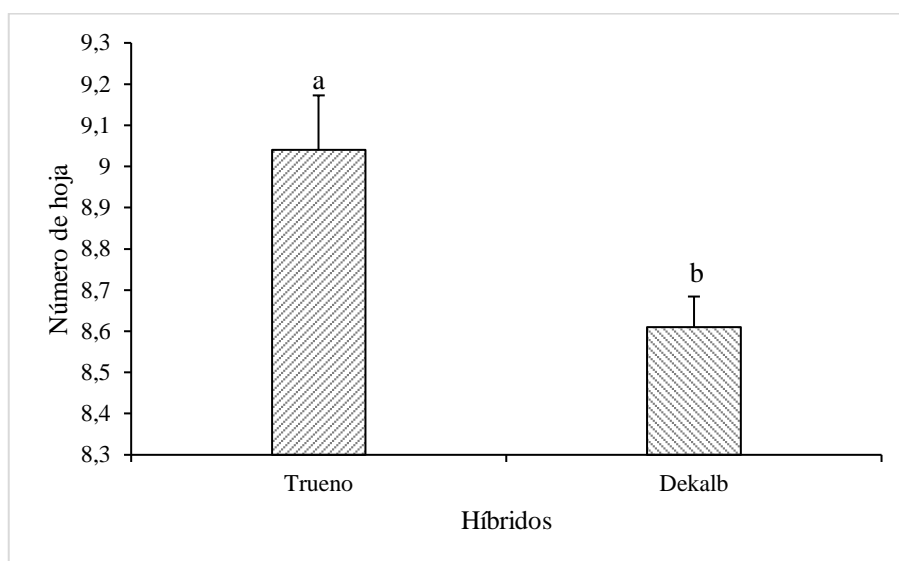
En la Figura 4, se observa el número de hojas por planta que fueron evaluadas a partir del día 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación, en donde nos indica que el mayor número de hojas que obtuvo el cultivo de maíz fue a partir del día 56 con 11.10 hojas superando estadísticamente a los demás días.

Figura 4. Número de hojas en el cultivo de maíz bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes



Una vez aplicado los bioestimulantes a los híbridos Trueno NB 7443 y Dekalb 555 en la variable número de hojas se observó que el híbrido que alcanzó la mayor cantidad del número de hojas fue el Trueno NB 7443 con 9.04 hojas y el híbrido que presentó menor cantidad del número de hojas fue el Dekalb 555 con 8.61 hojas como lo indica en la Figura 5.

Figura 5. Número de hojas para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



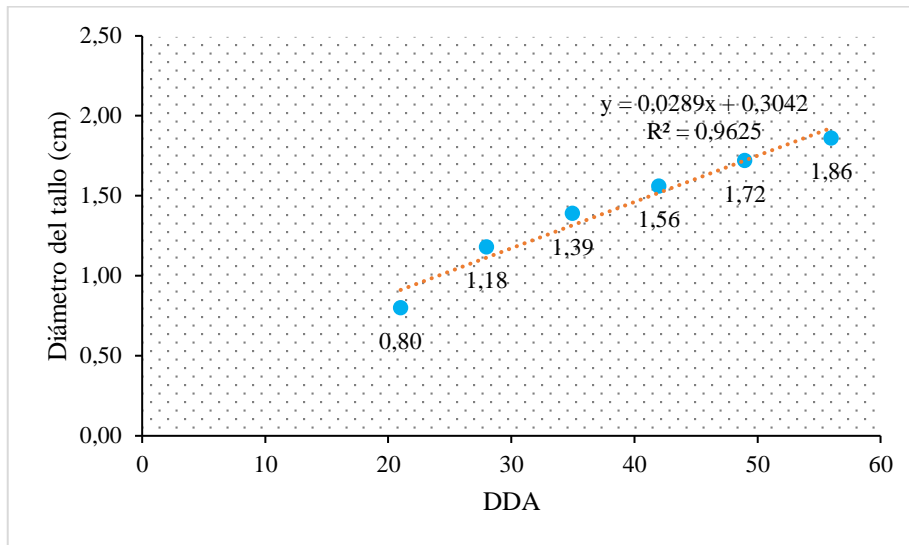
En el factor bioestimulante, los bioestimulantes presentaron promedios similares en la variable números de hojas en el cultivo de maíz.

4.1.3 Diámetro del tallo (cm)

Para el diámetro del tallo los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestran que en los dos factores y las interacciones presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.01$ como lo indica el Anexo 3.

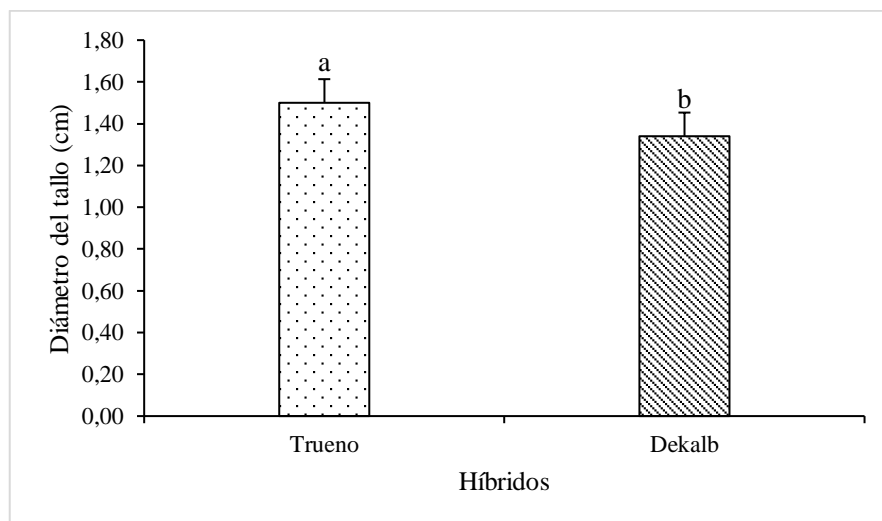
En la figura 6, se evaluó el diámetro del tallo durante los días 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación, en donde nos indica que la planta de maíz a partir del día 56 alcanzó su mayor diámetro del tallo con el 1.86 cm de diámetro.

Figura 6. Diámetro del tallo de maíz bajo el efecto de aplicación de los bioestimulantes.



Al momento de aplicar los bioestimulantes en los híbridos Trueno NB 7443 y Dekalb 555 se observó en la variable diámetro del tallo que el híbrido que alcanzó su mayor diámetro fue el Trueno NB 7443 con 1.50 cm de diámetro y el de menor diámetro fue el Dekalb 555 con 1.34 cm de diámetro como lo muestra en la Figura 7.

Figura 7. Diámetro del tallo de maíz en los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



En la Figura 8, muestran los efectos que tiene cada uno de los bioestimulantes con respecto al diámetro del tallo, se observa que los bioestimulantes Biostim y el G-5 son los únicos tratamientos que obtuvieron mayor diámetro del tallo con 1.46 y 1.45 cm de diámetro,

mientras que el bioestimulante XI-Plus y el testigo fueron lo que presentaron menor diámetro del tallo con 1.80 cm de diámetro.

Figura 8. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en el diámetro del tallo de maíz.

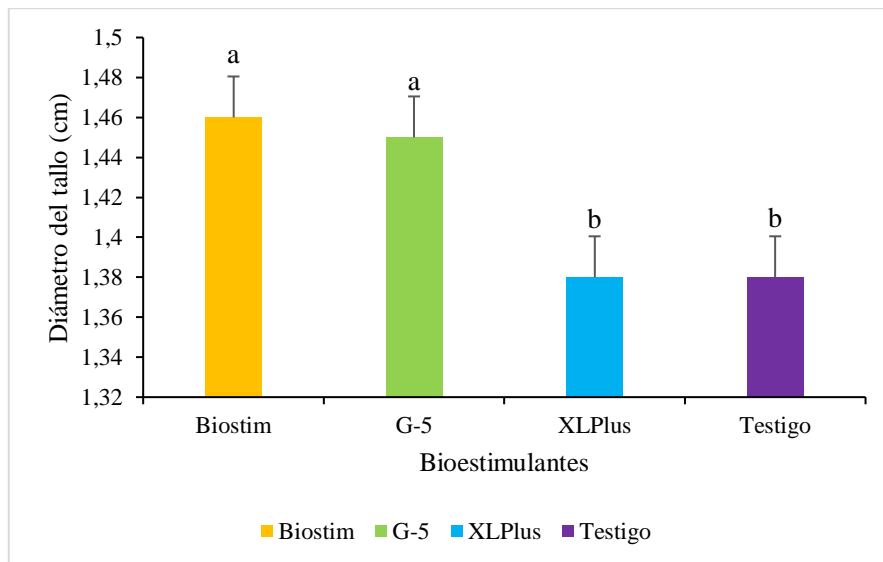
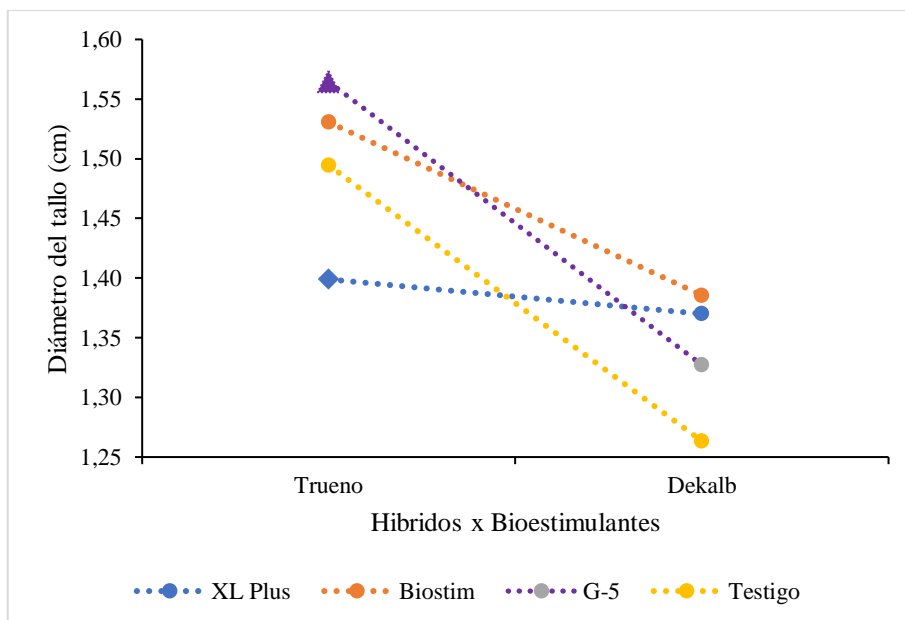


Figura 9. Interacción entre híbridos por bioestimulantes para el diámetro del tallo en el cultivo de maíz.



En la Figura 9, se muestra la interacción positiva que presentaron los factores AxB en la variable diámetro de tallo, donde el potencial genético de los híbridos se vio incrementado

por la aplicación de bioestimulantes. El híbrido Trueno presentó un tallo mucho más fuerte y grueso en comparación con el Híbrido Dekalb, mostrando así diámetros mayores al aplicar los bioestimulantes G-5 y Biostim con 1.56 y 1.53 cm de diámetro respectivamente. Para el híbrido Dekalb se obtuvo valores inferiores donde Biostim alcanzó 1.39 cm de diámetro de tallo.

4.1.4 Días de floración

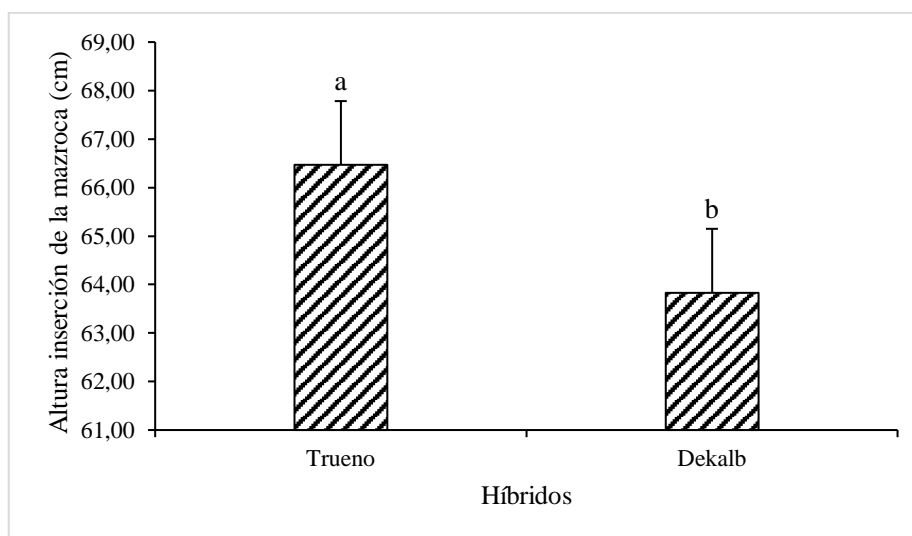
Los resultados obtenidos muestran que entre los híbridos y los bioestimulantes e interacciones no presentaron diferencia significativa. Se observó que los híbridos de maíz presentaron respuestas similares para esta variable, a pesar que el híbrido Trueno NB 7443 fue quien alcanzó la floración rápidamente a los 60.58 días, mientras que el Dekalb 555 fue el que tardó en florecer a los 61.33 días. En cambio, para el factor bioestimulantes también presentaron respuestas similares para esta variable, en donde el Biostim, G-5 y XI-Plus alcanzaron a florecer rápidamente a los 60.83 días y el testigo fue quien más demoró en florecer a los 61.33 días

4.1.5 Altura de inserción de la mazorca (cm)

En los resultados analizados mediante el análisis de varianza se observaron que en el factor híbrido presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.05$, mientras que el factor bioestimulantes y las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 5.

De acuerdo a la Figura 10, el híbrido que presentó mayor altura de inserción de la mazorca fue el Trueno NB 7443 con 66.47 cm y el que presentó menor altura fue el Dekalb 555 con 63.83 cm bajo el efecto de los bioestimulantes.

Figura 10. Altura de inserción de la mazorca en el cultivo de maíz para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



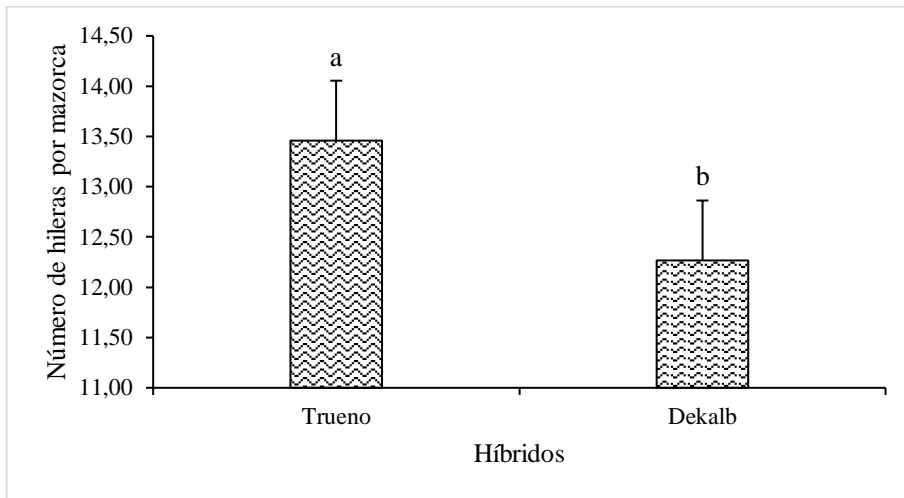
En el factor bioestimulantes los tratamientos presentaron respuestas similares para la altura de inserción de mazorca en el cultivo de maíz, en donde los bioestimulantes que presentaron promedios similares son el G-5, Biostim, XI-Plus y el testigo con 66.07, 66.03, 65.76 y 62.73 cm para la altura de inserción de la mazorca.

4.1.6 Número de hileras por mazorca

Los datos registrados en el Anexo 6, nos indica que para el análisis de varianza se observó que existen diferencia altamente significativa entre los híbridos y los bioestimulantes al $p < 0.05$, mientras que para las interacciones no presentaron diferencia significativa.

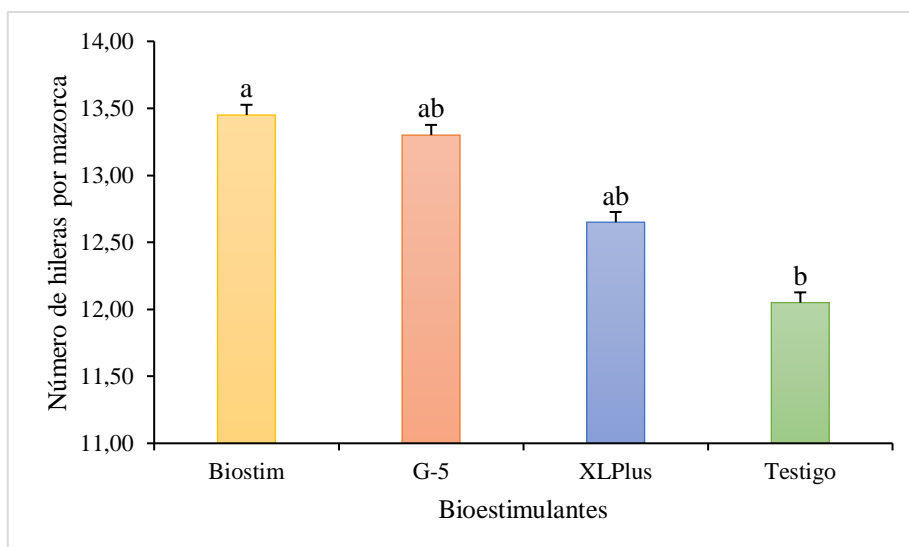
En cambio, para esta variable el mayor número de hileras por mazorca se presentó para el híbrido Trueno NB 7443 con un promedio de 13.46 hileras y el híbrido Dekalb 555 fue el que presento menor número de hileras por mazorca con un promedio de 12.27 hileras, así como lo indica en la Figura 11.

Figura 11. Número de hileras por mazorca en el cultivo de maíz para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



Los datos registrados para la variable número de hileras por mazorca, nos indica que los bioestimulantes que presentaron mayor número de hilera fueron el Biostim y el G-5 con un promedio de 13.45 y 13.30 hileras, mientras que los que presentaron menor número de hilera fueron el XI-Plus y el testigo con 12.65 y 12.05 hileras respectivamente, como se indica en la Figura 12.

Figura 12. Efectos de la aplicación de bioestimulantes para la variable número de hileras por mazorca.

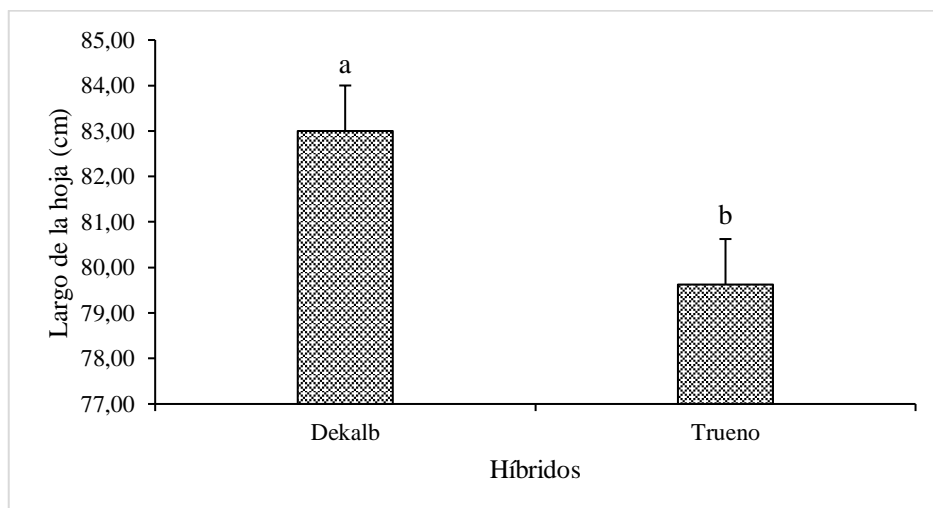


4.1.7 Largo de la hoja (cm)

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza se observaron que en el factor híbrido presentaron diferencia significativa al $p < 0.05$, mientras que en el factor bioestimulante y las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 7.

De acuerdo a la Figura 13, el híbrido que presentó mayor largo de hoja fue el Dekalb 555 con 83.00 cm y el híbrido que presentó menor largo de hoja fue el Trueno NB 7443 con 79.63 cm bajo el efecto de los bioestimulantes.

Figura 13. Largo de la hoja para los híbridos Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



En el factor bioestimulantes los tratamientos presentaron respuestas similares para el largo de la hoja en el cultivo de maíz, los bioestimulantes que presentaron promedios similares son el Biostim, G-5, XI-Plus y testigo con el 82.63, 82.18, 80.88 y 79.57 cm para el largo de la hoja.

4.1.8 Ancho de la hoja (cm)

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestra que para los híbridos y los bioestimulantes e interacciones no presentaron diferencia significativa. Se observó que en el cultivo de maíz los híbridos que presentaron respuestas similares para esta variable, fueron el híbrido Dekalb 555 y el Trueno NB 7443 obteniendo el 7.02 y el 6.98 cm para el

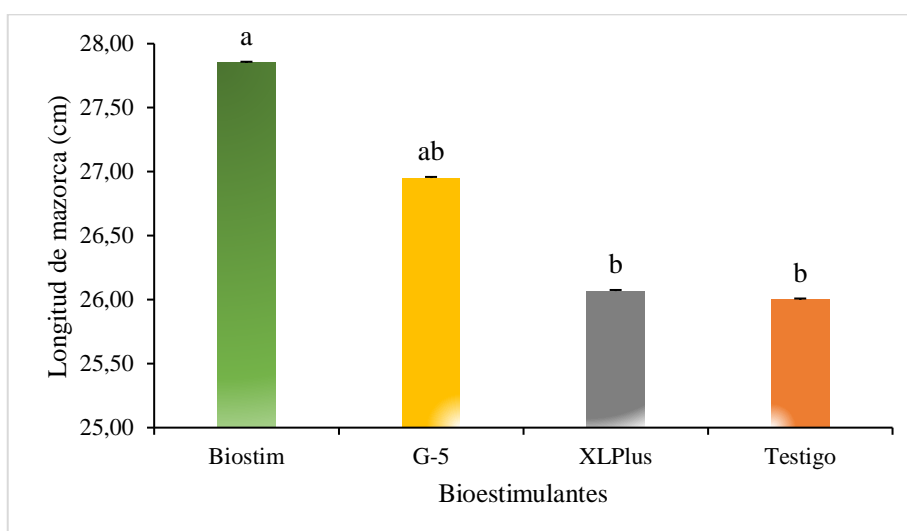
ancho de la hoja. No obstante, para los bioestimulantes también presentaron respuestas similares para esta variable, donde el Biostim y el G-5 obtuvieron el 7.26 y 7.27 cm para el ancho de la hoja y el tratamiento XI-Plus y el testigo obtuvieron 6.90 y 6.57 cm para el ancho de la hoja.

4.1.9 Longitud de mazorca (cm)

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza se observaron que en el factor bioestimulante presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.05$, mientras que en el factor híbrido y las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 9.

En la Figura 14, se registran los efectos de la aplicación de los bioestimulantes en el cultivo de maíz, en donde nos indica que los bioestimulantes que presentaron mayor longitud de mazorca fue el Biostim con 27.85 cm, quien lo sigue también es el G-5 con 26.95 cm de longitud y los tratamientos que presentaron con menor valor es el XI-Plus y el Testigo con 26.07 y 26.00 cm para la longitud de mazorca.

Figura 14. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes para la longitud de mazorca



En cambio, en los híbridos a pesar de que no presentaron diferencia significativa registraron datos para esta variable, en donde nos indica que los híbridos que presentaron promedios

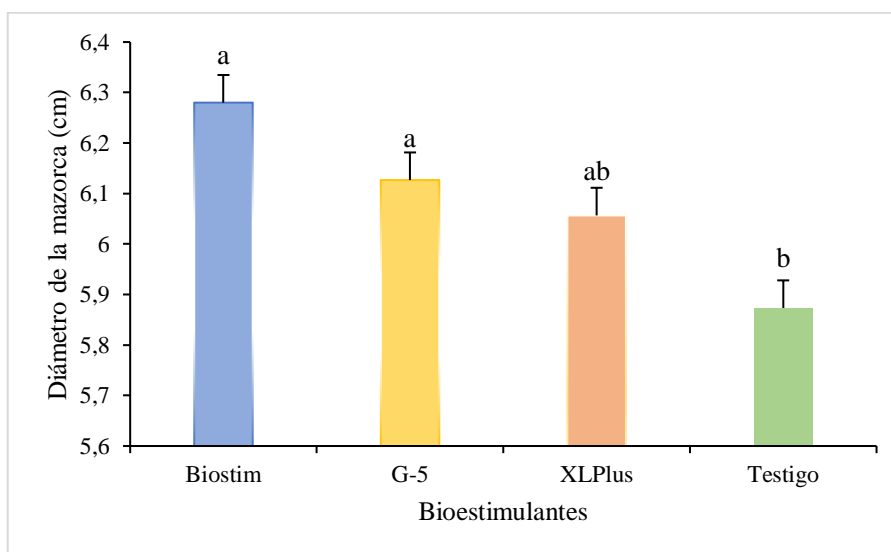
similares para el híbrido Trueno NB 7443 y el Dekalb 555 fueron de 26.81 y 26.63 cm para la longitud de mazorca.

4.1.10 Diámetro de la mazorca (cm)

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestran que en el factor bioestimulante si hubo diferencia altamente significativa al $p < 0.05$, mientras que en el factor híbrido y las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 10.

Los datos que se registraron en la Figura 15, nos indica que el bioestimulante que alcanzó su mayor engrosamiento fue el Biostim con 6.28 cm de diámetro, superando estadísticamente a los demás bioestimulantes y el testigo fue el que presentó de menor engrosamiento con 5.87 cm de diámetro.

Figura 15. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en la variable diámetro de la mazorca.



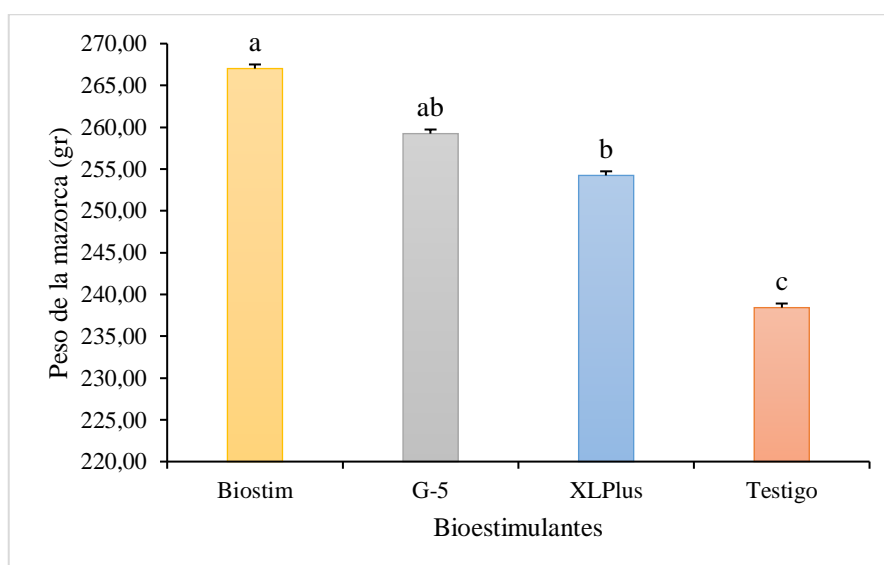
En cambio, los híbridos a pesar de que no presentaron diferencia significativa registraron datos para esta variable, en donde nos indica que los híbridos que presentaron promedios similares para el híbrido Trueno NB 7443 y el Dekalb 555 fueron de 6.10 y 6.07 cm para el diámetro de la mazorca.

4.1.11 Peso de la mazorca (gr)

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza se observa que en el factor bioestimulantes presenta diferencia altamente significativa al $p < 0.05$, mientras que en el factor híbrido y las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo muestra en el Anexo 11.

En la Figura 16, se registran los efectos de la aplicación de los bioestimulantes para el cultivo de maíz en la variable peso de la mazorca, en donde se observa que el bioestimulante que obtuvo mayor peso fue el Biostim con 267.02 gr, superando estadísticamente a los demás bioestimulantes, mientras que el testigo fue el que presentó menor peso de la mazorca con 238.42 gr.

Figura 16. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes en la variable peso de la mazorca.



En cambio, los híbridos a pesar de que no presentaron diferencia significativa se registraron datos para esta variable, donde nos indica el híbrido que presentó con mayor peso fue el Trueno NB 7443 con 256.00 gr, mientras el híbrido que presentó menor peso fue el Dekalb 555 con 253.45 gr.

4.1.12 Peso de 100 granos (gr)

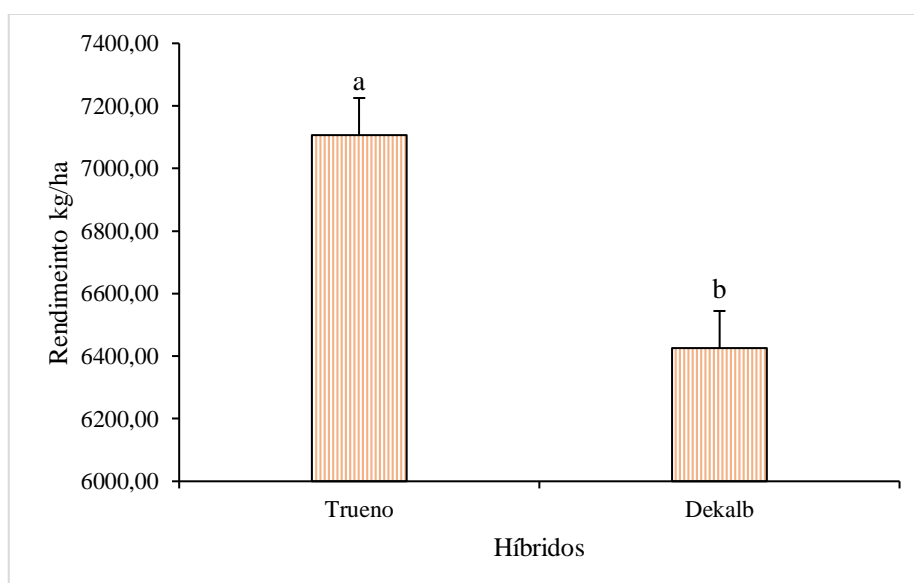
En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza se observa que en los dos factores y las interacciones no presentaron diferencia significativa. Se observó que en el factor híbrido el mayor peso que obtuvo el híbrido Trueno NB 7443 fue de 46.78 gr, mientras que el Dekalb 555 obtuvo el menor peso con 45.94 gr. En cambio, en el factor bioestimulantes el mayor peso que obtuvo el Biostim fue de 48.80 gr, superando estadísticamente a los demás bioestimulantes, mientras que el Testigo fue el que presentó de menor peso con 44.23 gr.

4.1.13 Rendimiento del grano (kg/ha)

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza se observan que en los dos factores presentaron diferencia altamente significativa al $p < 0.05$, mientras que en las interacciones no presentaron diferencia significativa como lo indica el Anexo 13.

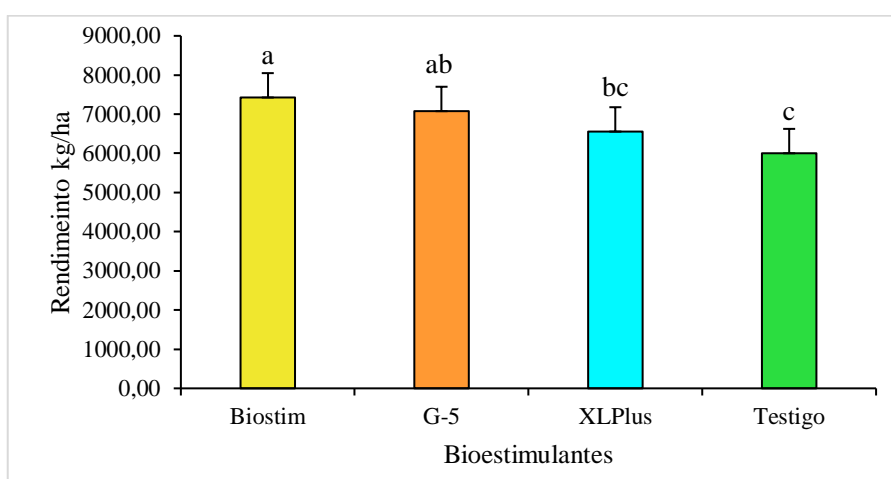
Para la Figura 17, se registró los datos de la variable rendimiento del grano donde se observa que el híbrido que presentó mayor rendimiento es el Trueno NB 7443 con 7106.60 kg/ha, mientras el híbrido que presentó menor rendimiento es el Dekalb 555 con 6425.82 kg/ha bajo el efecto de los bioestimulantes.

Figura 17. Rendimiento del grano en los híbridos de maíz Trueno y Dekalb bajo el efecto de los bioestimulantes.



Los datos registrados para la variable rendimiento del grano en el cultivo de maíz, nos indica que los bioestimulantes que obtuvieron mayor rendimiento es el Biostim con 7426.83 kg/ha, superando estadísticamente a los demás bioestimulantes que son el G-5 y el XI- Plus con 7078.62 y 6556.50 kg/ha para el rendimiento del grano y el tratamiento que presentó menor rendimiento es el testigo con 6002.91 kg/ha como lo muestra la Figura 18.

Figura 18. Efectos de la aplicación de los bioestimulantes para la variable rendimiento del grano.



4.1.14 Análisis económico

En la Tabla 11, obtenemos el análisis económico por parte de los tratamientos y los híbridos estudiados donde prácticamente se observa que el tratamiento quien obtuvo mayor rendimiento fue el producto comercial del T2 (Biostim) del híbrido Trueno NB 7443 con un rendimiento de 8051.08 kg/ha permitiendo obtener un ingreso bruto de \$ 2589.11, considerando el costo fijo de \$ 920.00 y a su vez considerar el costo que obtuvo los tratamientos de \$139.94, por tal razón el costo variable sería de \$ 405.94, dando un costo total de \$1465.87, generando así un ingreso neto de \$1123.24, obteniendo así la relación beneficio/costo de 1,77 y la rentabilidad del 77% donde esto significa que cada dólar invertido se está obteniendo una ganancia de \$ 0,77ctv además, cabe recalcar que el tratamiento que obtuvo menor relación de beneficio/costo fue el T8 (testigo) del híbrido Dekalb 555 con 1.31

Tabla 11.

Análisis económico en respuesta del cultivo maíz a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos.

Híbridos	Bioestimulantes	Rendimientos (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo Total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
Trueno	T1 (XL-PLUS)	6838.21	2199.07	144.60	370.53	1435.13	763.94	1.53	53
	T2 (BIOSTIM)	8051.08	2589.11	139.94	405.94	1465.87	1123.24	1.77	77
	T3 (G-5)	7325.48	2355.77	138.73	380.76	1439.49	916.28	1.64	64
	T4 (Testigo)	6211.62	1997.57	138.00	343.23	1401.23	596.34	1.43	43
	T5 (XL-PLUS)	6274.78	2017.88	161.60	368.92	1450.52	567.36	1.39	39
Dekalb	T6 (BIOSTIM)	6802.57	2187.61	156.94	381.69	1458.62	728.99	1.50	50
	T7 (G-5)	6831.76	2197.00	155.73	381.45	1457.17	739.82	1.51	51
	T8 (Testigo)	5794.19	1863.33	155.00	346.44	1421.44	441.89	1.31	31

- **Precio de venta del maíz:** \$ 0.32 kg (\$ 14,60/qq)
- **Costo fijo:** \$ 920.00
- **Precio de los bioestimulantes:**
 - XL-Plus: \$ 22.00/1litro
 - Biostim: \$ 12.90/500 ml
 - G-5: \$ 9.70/ 250ml

- **Ingreso Bruto:** Rendimiento x precio de venta
- **Costo del Tratamiento:** valores de los insumos + aplicación
- **Costo variable:** \$ 0.03kg (\$ 1,50 Incluye cosecha + transporte + desgranadora por cada kilogramo de maíz cosechado)
- **Costo Total:** Costo variable + costo fijo
- **Ingreso neto:** Ingreso bruto – Costo total
- **B/C:** Ingreso bruto / Costo total
- **Rentabilidad:** (Ingreso neto / Costo total) * 100

4.2 Discusión

El uso de bioestimulantes en la presente investigación permitió alcanzar un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta, estos resultados fueron similares a los alcanzados por Martínez et al., (39), quienes al evaluar híbridos bajos condiciones de fertilización foliar con bioestimulantes a base de aminoácidos, sustancias precursoras de crecimiento microbiano y extractos de algas, encontraron diferencias significativas observándose un mayor rendimiento de grano, inclusive superiores a estudios reportados en la literatura, concretamente se reportó que los bioestimulantes aumentaron el rendimiento de grano de 7.9 a 11.4%, respecto al testigo, y afectó positivamente los componentes agronómicos de los híbridos evaluados como altura, diámetro de tallo y área foliar en el cultivo de maíz.

La zona climática donde se realizó la presente investigación afectó significativamente la expresión agronómica de los materiales sembrados, mientras que los resultados obtenidos con la aplicación de un bioestimulantes a base de citoquininas naturales y extracto de algas permitió mejorar las características productivas de los híbridos evaluados, datos que muestran correlación con los resultados alcanzados por Icaza, (34), en su investigación logró determinar que el cultivo de maíz respondió favorablemente a la aplicación de los bioestimulantes foliares a base algas marinas en una zona tropical húmeda de similares características a las de la zona evaluada en la presente investigación; se lograron alcanzar resultados similares a los presentados en esta investigación en lo que respecta a características agronómicas de altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro y longitud de mazorca, así como en los parámetros productivos como lo fueron el número de granos por mazorca, peso de 1000 granos y relación grano-tuza, alcanzando mejores promedios con el uso del bioestimulantes aplicados a los 20 y 40 días después de la siembra, influyendo para que el cultivo obtenga mejores rendimientos con 6,4 ton/ha. El beneficio económico de la presente investigación fue de \$1123.24 que fue superior a lo establecido por Icaza que alcanzó un beneficio económico neto de \$ 227,30

Si bien el uso de los bioestimulantes permitió mejorar la respuesta agronómica del cultivo, el material de origen de donde son procesados influye significativamente en la respuesta del cultivo, ya que se pudo evidenciar que los productos comerciales (Biostim y G-5) que son

sometidos a procesos industrializados para obtenerlos se expresaron de mejor manera que el producto de elaboración semi artesanal (XL-Plus) a base de agua de coco fermentada con sustancias vegetales, sin embargo ambas características presentaron efectos en las plantas comparadas con las que no se aplicó bioestimulantes. Esta particularidad presenta similitud a la expresada en los resultados alcanzados por Laos, (36), quien mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bioestimulantes de origen orgánico y sintético, pero si entre estos frente al testigo en cuanto a respuesta agronómica de la planta, no obstante, esta diferencia se volvió significativa en la etapa productiva cuando el bioestimulante sintético alcanzó el más alto rendimiento en grano seco de maíz con 7.2 t/ ha, comparado al tratamiento testigo que alcanzó 5.365 t/ha.

Los datos sobre las características agronómicas de las mazorcas obtenidas demostraron que la aplicación de los tratamientos permitió alcanzar una mayor productividad mediante el incremento del número de hileras y granos por mazorca, este comportamiento también lo describió en sus investigaciones López, (40), al evaluar la aplicación de bioestimulantes a nivel de suelo mediante suplementación en la fertilización nitrogenada de dos híbridos a través de riego por goteo en la zona Guayas, donde alcanzó diámetros de mazorca muy superiores con un mayor número de hileras que permitieron alcanzar mejores resultados.

La evaluación del potencial productivos de los híbridos mostró diferencias significativas entre los materiales sembrados, sin embargo se evidencio que cada semilla mostró un comportamiento diferente independiente del tratamiento aplicado, esta particularidad también fue demostrada en las investigaciones realizadas por Laos y López, (36) y (40), quienes destacan que cada híbrido tiene un potencial diferente de productividad y este puede verse potencializado con el uso de bioestimulantes, debido a que determinaron una interacción significativa entre híbridos y bioestimulantes en sus datos. Finalmente se mostró que en la presente investigación económicamente el efecto positivo del uso del bioestimulante Biostim fue el que alcanzó un beneficio/costo de 1.77 teniendo resultados similares al del autor Laos y López, debido al mayor rendimiento en grano alcanzado por los tratamientos obteniendo el análisis B/C valores que van desde 1.59 – 1.81, mientras que el testigo obtuvo 1.39, es decir el uso de Bioestimulantes aumentó entre 20 a 50 % más la rentabilidad del cultivo del maíz híbrido doble XB-801

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los bioestimulantes que presentaron los mejores parámetros del crecimiento vegetativo tanto para la altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas fue el Biostim con 160.31 cm de altura durante los periodos evaluativos, mientras que para el diámetro del tallo la aplicación del G-5 y Biostim obtuvieron el 1.46 y 1.45 cm, en comparación con los tratamientos del testigo.
- El rendimiento del cultivo del maíz fue mayor con la aplicación del Biostim quien presento los valores más alto para el híbrido Trueno NB 7443 con 8051.08 kg/ha para el rendimiento, seguido por el G5 con 7325.48 kg/ha, mientras que el Xl-Plus con el testigo presentaron menor valor en el rendimiento del híbrido Dekalb 555
- De acuerdo a la relación beneficio/costo el bioestimulantes que mayor relación presentó fue el Biostim con 1.77 y el porcentaje de la rentabilidad es de 77%

5.2 Recomendaciones

- Promover el uso del bioestimulante Biostim a base de fitohormona y prebiótico del modo que le permita incrementar el crecimiento vegetativo de la planta cuya dosis recomendada es de 0.5 L/ha, para el cultivo de maíz.
- Para incrementar el rendimiento de cualquier tipo de cultivo es recomendable usar el bioestimulante Biostim y el G-5 para incrementar el rendimiento y la productividad del cultivo de maíz.
- Se recomienda evaluar de forma más profunda un manejo integrado con el uso de fitohormonas y probióticos para mejorar el metabolismo de las plantas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

1. Ortigoza J, López C, Gonzalez J. Guía técnica cultivo de maíz San Lorenzo, Paraguay: UNA; 2019.
2. Zambrano J, et, al. Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap. In XIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas; 2019; Colombia: AGROSAVIA. p. 30-31.
3. Zambrano C, Andrade M. Productividad y precios de maíz duro pre y post COVID-19 en el Ecuador. Revista Universidad y Sociedad. 2021 Agosto; 13(4): p. 143-150.
4. Leili. Concepto agrícola equilibrado. [Online].; 2022. Available from: <http://en.leili.com/tech.aspx?AboutCateId=19&CateId=19>.
5. Du Jardin P. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. [Online].; 2015 [cited 2021 Junio 24. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>.
6. Agranhumagro. La importancia de los prebióticos en la agricultura. [Online].; 2020 [cited 2022 noviembre 22. Available from: <https://agran.es/importancia-de-los-prebioticos-en-la-agricultura/>.
7. Borjas R, Julca A, Alvarado L. The plant hormones, an important component of the agriculture development. Journal of the Selva Biosphere. 2020 Septiembre; 08(2): p. 150-164.
8. Castillo M. El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años. [Online].; 2018 [cited 2021 noviembre 12. Available from: <https://www.revistalideres.ec/lideres/cultivo-maiz-constante-ecuador-produccion.html>.
9. FAO. Origen del maiz - El maiz en la nutrición humana. [Online].; 2021 [cited 2021 noviembre 16. Available from: <https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S02.htm#Capitulo1Introducción>.
10. Pliego E. El maíz: su origen, historia y expansión. [Online].; 2020 [cited 2021 noviembre 26. Available from: <https://panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>.
11. Gonzalez R. Usos del maiz. [Online].; 2021 [cited 2021 noviembre 28. Available from: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1020-usos-del-maiz>.

- 12 Infoagro. El cultivo de maíz. [Online].; 2021 [cited 2021 junio 14. Available from: [. https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm](https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm).
- 13 Cabrera A, Jara T. Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro Lima - Perú: . Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA; 2020.
- 14 Narro T, Piña P. Manual de producción de maíz amiláceo Perú: Instituto Nacional de . Innovación Agraria - INIA; 2021.
- 15 Montoro A, Ruíz M. Ecofisiología del cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. var.). . Avances en horticultura - REVIEW. 2017;; p. 153 - 166.
- 16 Endicott S, et, al. Maíz crecimiento y desarrollo Chile: DU PONT; 2015.
.
- 17 Center A. Manual desarrollo vegetativo del maíz Lares-Calca: Oxfam; 2019.
.
- 18 Espinosa A, Sierra M, Gomez N. Producción y tecnologías de semillas mejoradas de . maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Revista Agronomía Mesoamericana. 2002; 14(1): p. 117-121.
- 19 Ministerio de agricultura y ganadería. Rendimientos objetivos de maíz duro época de . verano 2017 (julio-diciembre). [Online].; 2018 [cited 2021 noviembre 14. Available from: <https://fliphtml5.com/ijia/xckk/basic>.
- 20 Agrizon. Ficha técnica de la semilla de maíz híbrido trueno NB 7443 15 kg. Ecuador: . Agrizon; 2020.
- 21 Anasac. Folleto del híbrido DK 555 Santiago: Rio Grande; 2019.
.
- 22 Bravo M. Evaluación de bioestimulantes como sustitutos parciales de fertilización . nitrogenada en producción ecológica de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de Ingeniera Agropecuaria] ed. Jipijapa: Universidad Estatal del sur De Manabí; 2020.
- 23 Girón C. Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas . sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays* L) en Huangala – Sullana 2018. [Tesis de Ingeniero Agrónomo] ed. Piura: Universidad San Pedro; 2018.
- 24 Ute A. Plant biostimulants: Definition and overview of categories and effects. IFAS . Extension University of Florida. 2019;; p. 4.

- 25 FBN Network. What Are Biostimulants? [Online].; 2018 [cited 2021 noviembre 22]. Available from: <https://www.fbn.com/community/blog/what-are-biostimulants>.
- 26 Madeiras , Lanier. Programa de floricultura en invernadero de extensión de UMass. [Online].; 2019 [cited 2021 diciembre 10. Available from: <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/what-are-biostimulants>.
- 27 Certis. ¿Qué es un Bioestimulante? ¿Cómo puede mejorar la calidad de tu cosecha? [Online].; 2021 [cited 2021 noviembre 24. Available from: <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/que-es-un-bioestimulante-como-puede-mejorar-la-calidad-de-tu-cosecha/>.
- 28 Agriculturers. Bioestimulantes: Tipos, Ventajas y desventajas de uso. [Online].; 2021 [cited 20 marzo 2022. Available from: <https://agriculturers.com/bioestimulantes-tipos-ventajas-y-desventajas-de-uso/>.
- 29 Urbina W. Efecto de citoquininas en el vigor de plantulas de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de Ingeniero Agrónomo] ed. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego; 2017.
- 30 Alcantara J, et, al. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA. 2019 Diciembre; 17(32): p. 109-129.
- 31 Leon A. Ficha técnica del XI-Plus crecimiento y defensa en plantas Quito: Microtech Services; 2020.
- 32 El Agro. Ficha técnica del Biostim Guayaquil - Ecuador: El Agro; 2020.
- 33 FIALA GROUP LLC. Ficha técnica del G-5 United States: TECHNICAL CENTER -- QC DEPARTMENT; 2020.
- 34 Icaza J. Efecto de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Pimocha. [Tesis de Ingeniero Agrónomo] ed. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo; 2019.
- 35 Urrutia E. Aplicación de bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad chingasino para rendimiento de choclo. [Tesis de Ingeniera Agrónoma] ed. Jauja: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2019.
- 36 Laos A. “Efecto de tres bioestimulantes orgánicos en el rendimiento del híbrido doble de maíz (*Zea mays* L.) XB-8010 en Tulumayo”. [Tesis de Ingeniero Agrónomo] ed. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2017.

- 37 INAMHI. Anuario meteorológico. [Online].; 2017 [cited 2021 diciembre 24. Available from:
https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf
.
- 38 García D. “Evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Ventanas”. [Tesis de Ingeniero Agrónomo] ed. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo; 2019.
- 39 Martínez A, Zamudio B, Tadeo M, Espinosa A, Cardoso J, Vasquez M. Rendimiento de híbridos de maíz en respuesta a la fertilización foliar conbioestimulantes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2022 febrero-marzo; 13(2): p. 289-302.
- 40 López G. Bioestimulante en la fertilización nitrogenada y completa de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con el uso de fertirriego por goteo. Ingeniero Agrónomo ed. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1 Anexos

Anexo 1. Análisis de varianza para la altura de la planta (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	7231	3616	0.0000	0.0000
DDA	5	312072	62414	220.4305	6.817e-10 **
Ea	10	2831	283		
Híbrido	1	11006	11006	77.0941	1.432e-06 **
DDA x Híbrido	5	2477	495	3.4707	0.0359165 NS
Eb	12	1713	143		
Bioestimulantes	3	2823	941	6.0610	0.0009738**
Bioestimulantes x DDA	15	1128	75	0.4843	0.9412618 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	1287	429	2.7646	0.0580494 NS
Bioestimulantes x DDA x Híbrido	15	691	46	0.2968	0.9943697 NS
Ec	72	11177	155		
CV (%)	19.7% DDA		14% Híbridos	14.6% Bioestimulantes	
X (cm)	85.50				

** Significancia al 0.01, * Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X:

Promedio

Anexo 2. Análisis de varianza para el número de hojas.

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	11.56	5.778	0.0000	0.0000
DDA	5	326.34	65.267	443.6180	2.124e-11 **
Ea	10	1.47	0.147		
Híbrido	1	6.72	6.717	31.3013	0.0001171**
DDA x Híbridos	5	0.43	0.086	0.4027	0.8378658 NS
Eb	12	2.58	0.215		
Bioestimulantes	3	0.99	0.329	3.1107	0.0315679 NS
Bioestimulantes x DDA	15	0.59	0.039	0.3710	0.9824267 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	1.29	0.429	4.0523	0.0101637 NS
Bioestimulantes x DDA x Híbridos	15	0.72	0.048	0.4515	0.9564733 NS
Ec	72	7.62	0.106		
CV (%)	4.3 % DDA		5.2% Híbridos	3.7% Bioestimulantes	
X	8.82				

** Significancia al 0.01, * Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X:

Promedio

Anexo 3. Análisis de varianza para el diámetro del tallo (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	1.0756	0.5378	0.0000	0.0000
DDA	5	18.0438	3.6088	246.4316	3.927e-10 **
Ea	10	0.1464	0.0146		
Híbrido	1	0.9280	0.9280	41.1725	3.320e-05 **
DDA x Híbrido	5	0.0713	0.0143	0.6328	0.6788542 NS
Eb	12	0.2705	0.0225		
Bioestimulantes	3	0.1810	0.0603	6.3362	0.0007125**
Bioestimulantes x DDA	15	0.0222	0.0015	0.1551	0.9998752 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	0.2559	0.0853	8.9560	0.04065**
Bioestimulantes x DDA x Híbridos	15	0.0209	0.0014	0.1461	0.9999148 NS
Error experimental	72	0.6858	0.0095		
CV (%)	8.5% DDA		10.6% Híbridos	6.9% Bioestimulantes	
X (cm)	1.41				

** Significancia al 0.01, * Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X:

Promedio

Anexo 4. Análisis de varianza para el día de floración.

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	110.083	55.042	68.496	0.0000
Híbrido	1	3.375	3.375	4.200	0.05965 NS
Bioestimulantes	3	1.125	0.375	0.467	0.71017 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	1.125	0.375	0.467	0.71017 NS
Error experimental	14	11.250	0.804		
Total	23	126.958			
CV (%)	1.47%				
X	60.96				

NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 5. Análisis de varianza para la altura de inserción de la mazorca (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	12.923	6.461	1.1970	0.33121 NS
Híbrido	1	41.607	41.607	7.7079	0.01486**
Bioestimulantes	3	47.047	15.682	2.9052	0.07186 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	40.033	13.344	2.4721	0.10452 NS
Error experimental	14	75.571	5.398		
Total	23	217.180			
CV (%)	3.57%				
X (cm)	65.15				

** Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 6. Análisis de varianza para el número de hileras por mazorca.

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	10.397	5.1987	8.0668	0.00467 NS
Híbrido	1	8.520	8.5204	13.2209	0.00270**
Bioestimulantes	3	7.451	2.4838	3.8540	0.03347*
Híbrido x Bioestimulantes	3	0.805	0.2682	0.4162	0.74413 NS
Error experimental	14	9.022	0.6445		
Total	23	36.196			
CV (%)	6.24%				
X	12.86				

** Significancia al 0.05, * Significancia al 0.01, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 7. Análisis de varianza para el largo de las hojas (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	217.49	108.74	8.99	0.0031NS
Híbrido	1	68.34	68,34	5.65	0.0322*
Bioestimulantes	3	34.19	11.40	0.94	0.4465 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	61,93	20.64	1.71	0.2113 NS
Error experimental	14	169,31	12.09		
Total	23	551.27			
CV (%)	4.28%				
X (cm)	81.31				

* Significancia al 0.01, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 8. Análisis de varianza para el ancho de las hojas (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	2.00	1.00	4.78	0.0262 NS
Híbrido	1	0.001	0.001	0.05	0.8200 NS
Bioestimulantes	3	2.00	0.67	3.18	0.0569 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	1.95	0.65	3.10	0.0611 NS
Error experimental	14	2.93	0.21		
Total	23	8.90			
CV (%)	6.62%				
X (cm)	7.00				

NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 9. Análisis de varianza para la longitud de mazorca (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	5.5033	2.7517	6.2101	0.01173 NS
Híbrido	1	0.2017	0.2017	0.4551	0.51090 NS
Bioestimulantes	3	13.6500	4.5500	10.2687	0.00078**
Híbrido x Bioestimulantes	3	1.3750	0.4583	1.0344	0.40755 NS
Error experimental	14	6.2033	0.4431		
Total	23	26.9333			
CV (%)	2.49%				
X (cm)	26.72				

** Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 10. Análisis de varianza para el diámetro de la mazorca (cm).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	0.10806	0.054029	2.7693	0.09697 NS
Híbrido	1	0.00602	0.006017	0.3084	0.58744 NS
Bioestimulantes	3	0.51218	0.170728	8.7507	0.00161**
Híbrido x Bioestimulantes	3	0.11418	0.038061	1.9508	0.16786 NS
Error experimental	14	0.27314	0.019510		
Total	23	1.01358			
CV (%)	2.3%				
X (cm)	6.08				

** Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 11. Análisis de varianza para el peso de la mazorca (gr).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	241.3	120.64	2.5647	0.11246 NS
Híbrido	1	39.0	39.01	0.8294	0.37785 NS
Bioestimulantes	3	2625.7	875.23	18.6065	0.00004**
Híbrido x Bioestimulantes	3	118.8	39.62	0.8422	0.49322 NS
Error experimental	14	658.5	47.04		
Total	23	3683.4			
CV (%)	2.69%				
X (gr)	254.73				

** Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 12. Análisis de varianza para el peso de 100 granos (gr).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	36.406	18.2029	2.12283	0.15660 NS
Híbrido	1	4.167	4.1667	0.48592	0.49717 NS
Bioestimulantes	3	69.045	23.0150	2.68402	0.08683 NS
Híbrido x Bioestimulantes	3	10.633	3.5444	0.41335	0.74603 NS
Error experimental	14	120.048	8.5748		
Total	23	240.298			
CV (%)	6.32%				
X (gr)	46.36				

NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio

Anexo 13. Análisis de varianza para el rendimiento del grano (kg/ha).

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Bloques	2	426902	213451	1.3865	0.282242 NS
Híbrido	1	2780714	2780714	18.0625	0.000808**
Bioestimulantes	3	6963756	2321252	15.0780	0.000115**
Híbrido x Bioestimulantes	3	660666	220222	1.4305	0.275832 NS
Error experimental	14	2155296	153950		
Total	23	12987334			
CV (%)	5.8%				
X (kg/ha)	6766.21				

** Significancia al 0.05, NS: No significativo, CV (%): Coeficiente de variación, X: Promedio



Anexo 14. Preparación del terreno



Anexo 15. Semillas híbridas Trueno y Dekalb



Anexo 16. Realización de la siembra de las semillas híbridas



Anexo 17. Bioestimulantes (XI- Plus, Biostim y G-5)



Anexo 18. Aplicación de los bioestimulantes



Anexo 19. Medición de altura de plantas a los 21 días



Anexo 20. Cultivo de maíz a los 90 días



Anexo 21. Mazorca seleccionada a los 90 días



Anexo 22. Cosecha del cultivo de maíz de las semillas híbridas



Anexo 23. Peso de 100 semillas en gramos