

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.2101>

Efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Effects of biostimulants on the production of the maize crop (Zea mays L.)

Patricio Alejandro Verdezoto Medina

Patriverdezotopv@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-7434-9238>

Registro Nacional Agropecuario-RENAGRO

Tito Xavier Bohorquez Barros

xbohorquez@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-3224-0326>

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Marlon Yoel González Chica

mgonzalezc@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6945-5175>

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Carlos Anthuan Touma Henríquez

ctoumah@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4855-119X>

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Alejandro Jair Coello Mieles

jaircoello1968@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-7120-7060>

Compañía Azsulaza
Ecuador

*Artículo recibido: (la fecha la coloca el Equipo editorial) - Aceptado para publicación:
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de los bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos. Se aplicó un diseño experimental constituido por 12 tratamientos dispuestos en un diseño de bloques al azar (DBCA) con arreglo factorial A (variedades) x B (Bioestimulantes), con tres repeticiones. Como factor A se evaluaron dos niveles (híbridos de maíz) y como factor B, 5 niveles (tratamientos de bioestimulantes con sus respectivas dosis), un testigo sin aplicación. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística. Se evaluaron las variables: número de hojas, altura de planta, altura inserción de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca y número de granos por mazorca, rendimiento por hectárea y análisis

económico. Se evidenció que los tratamientos con los bioestimulantes ZINCIPLE (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) resultaron en un mayor desarrollo vegetativo y rendimiento. Los tratamientos mostraron un incremento significativo en la altura de las plantas y en el número de granos por mazorca. Además, se observó que estos bioestimulantes favorecieron un aumento en el rendimiento por hectárea, con una relación beneficio/costo favorable, lo que expuso su rentabilidad económica.

Palabras clave: Bioestimulantes, semillas, crecimiento, rendimiento, maíz

ABSTRACT

The study aimed to determine the effects of biostimulants on corn (*Zea mays* L.) crop production in the Pueblo Viejo area, Los Ríos province. An experimental design consisting of 12 treatments arranged in a randomized block design (RBD) with a factorial arrangement A (varieties) x B (biostimulants), with three replications was applied. Two levels (corn hybrids) were evaluated as factor A, and 5 levels (biostimulant treatments with their respective doses) were evaluated as factor B, with a control without application. Comparisons of the means were performed using the Tukey test at 5% statistical significance. The following variables were evaluated: leaf number, plant height, ear insertion height, ear length, ear diameter, number of kernels per ear, yield per hectare, and economic analysis. It was evident that treatments with the biostimulants ZINCIPLE (2 cc/kg of seed) and RAIZPLANT (3 cc/kg of seed) resulted in greater vegetative development and yield. The treatments showed a significant increase in plant height and number of kernels per ear. Furthermore, it was observed that these biostimulants favored an increase in yield per hectare, with a favorable benefit/cost ratio, which reflects their economic profitability.

Keywords: Biostimulants, seeds, growth, yield, corn

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cereales cultivados, siendo fundamental en la seguridad alimentaria y la producción agroindustrial. En base a lo mencionado, los bioestimulantes agrícolas han emergido como una herramienta importante para mejorar el rendimiento de los cultivos y la resiliencia frente al cambio climático, al promover el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés abiótico (Barreto y Pinos, 2023).

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial por su relevancia en la alimentación humana y animal, así como en la industria. Sin embargo, su producción enfrenta múltiples desafíos, entre los que destacan las condiciones climáticas adversas, la degradación del suelo, presencia de plagas, el uso excesivo de agroquímicos y la baja eficiencia en la absorción de nutrientes. Estos factores afectan negativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (SEIPASA, 2022).

Según datos del Ministerio de Agricultura la producción nacional de maíz en el ciclo 2024 es de 1.709.475 toneladas, con un rendimiento promedio de 6,01 toneladas por hectárea. Esta producción se extiende sobre 284.387 hectáreas de cultivo distribuidas en ocho provincias del país. La provincia de El Oro se destaca como la mayor productora, con 770.238 toneladas, seguida por Manabí (457.982 toneladas) y Guayas (251.648 toneladas).

La aplicación de bioestimulantes en semillas de maíz (*Zea mays* L.) es una estrategia creciente que busca mejorar la germinación, el vigor de plántulas, el desarrollo radicular y la productividad, especialmente en condiciones de estrés ambiental (Rouphael y Colla, 2020).

Los bioestimulantes en semillas puede aumentar significativamente la tasa de germinación y el vigor de las plántulas, en la cual en un estudio de Velázquez et al. (2020), el uso de bioestimulantes microbianos en semillas de maíz mejoró en un 15% la velocidad de emergencia y aumentó la biomasa aérea.

Lucini et al. (2020), mencionan que los bioestimulantes como los ácidos húmicos estimulan el crecimiento de raíces secundarias, lo que permite una mejor absorción de agua y nutrientes; en maíz, se ha demostrado que las raíces de plántulas tratadas presentan mayor longitud y densidad radicular.

El uso de bioestimulantes aplicados a semillas se ha correlacionado con aumentos del rendimiento entre un 10% y 25% en varios ensayos a campo; esto se debe a un mejor establecimiento del cultivo, mayor área foliar, mejor desarrollo reproductivo y mayor número de granos por mazorca (Zambrano et al., 2022).

Mediante un estudio en condiciones tropicales de Ecuador se evidenció que la aplicación de un bioestimulante a base de algas en semillas de maíz incrementó el rendimiento en un 18%, comparado con el testigo (Zambrano et al., 2022).

Los bioestimulantes se diferencian de los fertilizantes porque no aportan directamente nutrientes esenciales, sino que activan mecanismos fisiológicos y bioquímicos que favorecen el crecimiento vegetal. Incluyen compuestos como extractos de algas, ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos, compuestos derivados de plantas, y microorganismos benéficos como *Azospirillum*, *Trichoderma* y *Bacillus* spp. (Rouphael y Colla, 2020).

Una de las ventajas más destacadas de los bioestimulantes es su capacidad para mejorar la tolerancia al estrés hídrico, salino y térmico, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola en el contexto del cambio climático; además, promueven el desarrollo radicular, la floración y la maduración uniforme de los frutos, lo que se traduce en mejoras en la productividad y calidad de los cultivos (Calvo et al., 2014).

El uso de bioestimulantes reduce la dependencia de agroquímicos convencionales, contribuyendo a una agricultura más limpia y eficiente; en sistemas agrícolas sostenibles, estos productos son aliados clave para mantener la fertilidad del suelo y la salud de las plantas (Du Jardin et al., 2020).

Según Du Jardin (2015), los bioestimulantes incluyen sustancias como extractos de algas, aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos, microorganismos benéficos y otros compuestos naturales que estimulan procesos fisiológicos en las plantas. Estos compuestos, aplicados en la etapa de semilla, pueden activar mecanismos de defensa y mejorar el establecimiento inicial del cultivo.

Un estudio realizado por Paraíso et al (2021) evaluó el efecto de bioestimulantes a base de aminoácidos y extractos vegetales aplicados en semillas de maíz, observando un incremento significativo en la tasa de germinación, así como en la biomasa de las plántulas en las etapas iniciales.

Dantas et al. (2020) encontraron que la aplicación de ácidos húmicos en semillas mejoró el desarrollo radicular, la emergencia y el crecimiento en condiciones de estrés hídrico.

Ramos et al. (2019) reportaron que el tratamiento de semillas con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés), como *Azospirillum brasilense*, favoreció el crecimiento temprano del maíz, aumentando la absorción de nitrógeno y fósforo.

La investigación de Oliveira et al. (2020) evidenció que el uso combinado de bioestimulantes microbianos y sustancias húmicas mejoró el rendimiento del maíz en condiciones de baja fertilidad del suelo, lo cual sugiere un potencial para reducir el uso de fertilizantes sintéticos.

Rouphael et al. (2020) demostraron que ciertos extractos de algas aplicados en semillas activan genes involucrados en la defensa contra la sequía y la salinidad; destacando la capacidad de ciertos bioestimulantes para modular la expresión génica asociada a la tolerancia al estrés abiótico.

Restrepo y Morales (2020) realizaron un estudio sobre la aplicación de bioestimulantes comerciales en semillas de maíz y observaron una mejora significativa en el índice de germinación, la velocidad de emergencia y la uniformidad del crecimiento, lo que indica una mayor eficiencia fisiológica en la etapa de establecimiento.

Ferreira et al. (2022) evaluaron semillas de maíz tratadas con extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) y concluyeron que dichas semillas presentaban una mayor tolerancia al calor, manteniendo tasas de germinación superiores al 90 %.

Rodríguez et al. (2020) comprobaron que el tratamiento de semillas con bioestimulantes a base de aminoácidos permitió un mejor desarrollo radicular, manteniendo el equilibrio hídrico celular y mejorando la tolerancia a sequías moderadas.

En un estudio de Lucini et al. (2018), se observó que las plántulas de maíz provenientes de semillas tratadas con extracto de algas exhibieron una mayor acumulación de prolina, antioxidantes y enzimas detoxificantes, contribuyendo a la adaptación en ambientes salinos.

Torres et al. (2022) demostraron que la combinación de bioestimulantes con una dosis reducida de fertilizante nitrogenado (50 % de la dosis recomendada) no afectó negativamente el rendimiento del maíz, sugiriendo eficiencia agronómica superior; esto propone que el tratamiento de semillas con bioestimulantes puede ser una alternativa para reducir el uso de fertilizantes sintéticos.

Esta investigación permitió evaluar el potencial de los bioestimulantes aplicados en semillas como herramienta para optimizar el crecimiento y producción del maíz, sentando bases para una agricultura más eficiente y sostenible.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en el Cantón Pueblo Viejo, Provincia de Los Rios, Ecuador, con las siguientes coordenadas UTM, latitud: -1.72732593, longitud: -79.36374313°. El experimento estuvo constituido por 12 tratamientos dispuestos en un diseño de bloques al azar (DBCA) con arreglo factorial A (variedades) x B (Bioestimulantes), con tres repeticiones. Como factor A se evaluaron dos niveles (híbridos de maíz) y como factor B, 5 niveles (tratamientos de bioestimulantes con sus respectivas dosis), un testigo sin aplicación. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística. Para todos los análisis se aplicó el software de análisis estadístico *Infostat*.

La población estuvo definida por las plantas de maíz que se establezcan en el ensayo, a una distancia de 0,2 m entre planta y 0,8 m entre hileras; teniendo una densidad poblacional de 62.500 plantas ha⁻¹. La muestra estuvo conformada por las plantas presentes en las unidades experimentales, las mismas que fueron evaluadas, para determinar las variables agronómicas y rendimiento. Los tratamientos estuvieron conformados por diferentes dosis de bioestimulantes, como se describe en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1
Tratamientos a evaluar

Tratamientos	Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla
1	DK9819	SEEDLIFT	8 cc
2		ZINCPLE	2 cc
3		RAIZPLANT	3 cc
4		SEEDMIX	10 cc
5		RAIZPLANT	5 cc
6		TESTIGO	-----
7	ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc
8		ZINCPLE	2 cc
9		RAIZPLANT	3 cc
10		SEEDMIX	10 cc
11		RAIZPLANT	5 cc
12		TESTIGO	-----

La preparación del terreno se efectuó un pase de romplow y uno de rastra en sentido contrario, lo cual permitió una buena preparación de suelo para una adecuada germinación de las semillas. La siembra se realizó en forma manual (espeque), depositando una semilla por sitio a una profundidad de 5 cm, con una distancia entre plantas de 20 cm y 80 cm entre surcos. Previo a la siembra los bioestimulantes fueron aplicados en las semillas de los híbridos DK9819 y ADV 9789 en relación a los tratamientos. El riego se realizó por gravedad a través de surcos con intervalos de 12 días entre riegos, por el lapso de 3 horas diarias. Dentro de la fertilización se aplicó la dosis de fertilizante químico Urea 46% N, Sulfato de amonio (21% N + 24% S) y Kieserita (25% MgO + 20% S), a los 12 y 25 días después de la siembra, a 5 cm de profundidad al fondo de los surcos a chorro continuo con el suelo húmedo a unos 10 cm de la planta. Para el control de malezas antes de la siembra se utilizó Glifosato + Amina en dosis 1,5 + 1,5 L/ha. En post-emergencia, a los 20 días después de la siembra, se aplicó Nicosulfuron + Atrazina, en dosis de 20 g + 2,0 kg/ha. Dentro del control fitosanitario para controlar la presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador de tallos (*Diatraea* spp.) se aplicó Methomyl en dosis de 150 g/ha a los 15 días después de la siembra. Luego se aplicó Emamectin benzoate, en dosis de 150 g/ha, a los 40 días después de la siembra. La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos lograron su madurez fisiológica en cada parcela experimental.

La altura de planta fue tomada con un flexómetro, utilizando 10 plantas al azar por tratamiento a los 15, 30 y 45 días. La altura de la planta de inserción de mazorca se tomó desde el nivel del suelo hasta la inserción de la panícula, expresando el valor en metros.

Se contabilizó el número de hojas a la floración, utilizando 10 plantas al azar por

tratamiento.

Para determinar el diámetro de la mazorca se midió el ancho de 10 mazorcas al azar por tratamiento en el tercio medio, utilizando un calibrador y expresando en mm el registro. La longitud de la mazorca se registró desde el pedúnculo de inserción a la planta hasta el ápice de la misma, usando una cinta métrica en 10 mazorcas al azar, registrando el dato en centímetros.

Para el número de granos por mazorca se tomó 10 mazorcas de cada tratamiento y se procedió a contar la totalidad de sus granos, para obtener el promedio de granos por mazorca. Para determinar el peso de 1000 semillas fueron escogidos 1000 granos por cada tratamiento, procediendo a pesar en una balanza de precisión, tomando el registro en gramos.

El rendimiento de grano por hectárea se determinó con los valores de cosechados de los granos, para luego realizar un ajuste de humedad al 13 %, expresando en kg/ha los valores. Para el efecto se aplicó la fórmula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Pu: Peso uniformizado

Pa: Peso actual

Ha: Humedad actual

Hd: Humedad deseada

El análisis económico, se realizó en función del nivel de rendimiento de grano en kg/ha, respecto del costo económico de los tratamientos y se relacionó el beneficio/costo.

RESULTADOS

Altura de planta (15 días)

En la Tabla 2, se puede observar los resultados de los promedios de altura de plantas (15 días). El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 7.45 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 13.78 cm de altura de planta a los 15 días, mientras que el híbrido DK9819 logró una altura de planta con 13.56 cm. Se puede observar que el bioestimulante ZINCPLE (2 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 16.83 cm de altura de planta a los 15 días, mientras que el testigo sin aplicación logro el promedio más bajo con 10.83 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos ADV 9789 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla), ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), DK9819 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) presentaron los promedios más altos con 17 cm, 17 cm, 16.67 cm y 16.33 cm, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos DK9819 - SEEDMIX (10 cc/kg semilla), ADV 9789 - RAIZPLANT (5 cc/kg semilla), DK9819 - RAIZPLANT (5 cc/kg semilla), ADV

9789 - SEEDMIX (10 cc/kg semilla), ADV 9789 - SEEDLIFT (8 cc/kg semilla), DK9819 - SEEDLIFT (8 cc/kg semilla), ADV 9789 – testigo y DK9819 – testigo lograron los promedios más bajos de altura de planta con 13 cm, 13 cm, 12.67, 12.33 cm, 12.33 cm, 12 cm, 11 cm y 10.67 cm respectivamente.

Tabla 2

Promedios de altura de planta a los 15 días, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	15 días
			Altura de planta (cm)
DK9819			13.56
ADV 9789			13.78
	SEEDLIFT	8 cc	12.17 c
	ZINCPLE	2 cc	16.83 a
	RAIZPLANT	3 cc	16.67 a
	SEEDMIX	10 cc	12.67 b
	RAIZPLANT	5 cc	12.83 b
	TESTIGO	-----	10.83 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	12.00 b
	ZINCPLE	2 cc	16.67 a
	RAIZPLANT	3 cc	16.33 a
	SEEDMIX	10 cc	13.00 b
	RAIZPLANT	5 cc	12.67 b
	TESTIGO	-----	10.67 b
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	12.33 b
	ZINCPLE	2 cc	17.00 a
	RAIZPLANT	3 cc	17.00 a
	SEEDMIX	10 cc	12.33 b
	RAIZPLANT	5 cc	13.00 b
	TESTIGO	-----	11.00 b
	Promedio		13.66
	Coefficiente de variación (%)		7.45

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

Altura de planta (30 días)

En la Tabla 3, se puede observar los resultados de los promedios de altura de plantas (30 días). El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e

interacciones, con un coeficiente de variación de 3.64 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 28.89 cm de altura de planta a los 30 días, mientras que el híbrido DK9819 logró una altura de planta con 28.83 cm. El bioestimulante ZINCPLE (2 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 31.83 cm de altura de planta a los 30 días, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 24.83 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos ADV 9789 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), presentaron los promedios más altos con 32 cm de altura de planta a los 30 días, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento ADV 9789 – testigo presentó el promedio más bajo de altura de planta con 24 cm.

Tabla 3

Promedios de altura de planta a los 30 días, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	30 días
			Altura de planta (cm)
DK9819			28.83
ADV 9789			28.89
	SEEDLIFT	8 cc	28.17 b
	ZINCPLE	2 cc	31.83 a
	RAIZPLANT	3 cc	31.67 a
	SEEDMIX	10 cc	28.67 b
	RAIZPLANT	5 cc	28.00 b
	TESTIGO	-----	24.83 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	28.00 d
	ZINCPLE	2 cc	31.67 ab
	RAIZPLANT	3 cc	31.33 abc
	SEEDMIX	10 cc	28.67 bcd
	RAIZPLANT	5 cc	27.67 d
	TESTIGO	-----	25.67 de
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	28.33 cd
	ZINCPLE	2 cc	32.00 a
	RAIZPLANT	3 cc	32.00 a
	SEEDMIX	10 cc	28.67 bcd
	RAIZPLANT	5 cc	28.33 cd
	TESTIGO	-----	24.00 e
	Promedio		28.86
	Coefficiente de variación (%)		3.64

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

Altura de planta (45 días)

En la Tabla 4, se puede observar los resultados de los promedios de altura de plantas (45 días). El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 6.88 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 54.94 cm de altura de planta a los 45 días, mientras que el híbrido DK9819 logró una altura de planta con 54.89 cm. El bioestimulante ZINCPL (2 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 60.5 cm de altura de planta a los 45 días, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 44.67 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos DK9819 - ZINCPL (2 cc/kg semilla), ADV 9789 - ZINCPL (2 cc/kg semilla), DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) y ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), presentaron los promedios más altos con 61cm, 60 cm, 60 cm y 59.67 cm de altura de planta a los 45 días, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento ADV 9789 – testigo presentó el promedio más bajo de altura de planta con 43 cm.

Tabla 4

Promedios de altura de planta a los 45 días, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	45 días
			Altura de planta (cm)
DK9819			54.94
ADV 9789			54.89
	SEEDLIFT	8 cc	55.17 a
	ZINCPL	2 cc	60.5 a
	RAIZPLANT	3 cc	59.83 a
	SEEDMIX	10 cc	54.33 a
	RAIZPLANT	5 cc	55.00 a
	TESTIGO	-----	44.67 b
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	53.67 abc
	ZINCPL	2 cc	61.00 a
	RAIZPLANT	3 cc	60.00 a
	SEEDMIX	10 cc	54.67 ab
	RAIZPLANT	5 cc	53.67 abc
	TESTIGO	-----	46.33 bc
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	56.67 ab
	ZINCPL	2 cc	60.00 a

RAIZPLANT	3 cc	59.67 a
SEEDMIX	10 cc	54.00 abc
RAIZPLANT	5 cc	56.33 ab
TESTIGO	-----	43 c
Promedio		54.91
Coeficiente de variación (%)		6.88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Altura de inserción de mazorca

En la Tabla 5, se puede observar los resultados de los promedios de altura de inserción de mazorca. El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 2.48 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 122 cm de altura de inserción de mazorca, mientras que el híbrido DK9819 logró una altura de inserción de mazorca de 120.23 cm. El bioestimulante ZINCPLE (2 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 126.33 cm de altura de inserción de mazorca, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 114.67 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos DK9819 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y ADV 9789 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla), presentaron los promedios más altos con 126.33 cm de altura de inserción de mazorca, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos ADV 9789 – testigo y DK9819 – testigo presentaron los promedios más bajos de altura de inserción de mazorca con 114.67 cm.

Tabla 5

Promedios de altura de inserción de mazorca, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Altura de inserción de mazorcas (m)
DK9819			120.23
ADV 9789			122
	SEEDLIFT	8 cc	121.83 ab
	ZINCPLE	2 cc	126.33 a
	RAIZPLANT	3 cc	120.03 bc
	SEEDMIX	10 cc	121.2 ab
	RAIZPLANT	5 cc	122.62 ab
	TESTIGO	-----	114.67 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	122.2 ab
	ZINCPLE	2 cc	126.33 a

	RAIZPLANT	3 cc	117.47 ab
	SEEDMIX	10 cc	118.87 ab
	RAIZPLANT	5 cc	121.83 ab
	TESTIGO	-----	114.67 b
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	121.47 ab
	ZINCPLE	2 cc	126.33 a
	RAIZPLANT	3 cc	122.60 ab
	SEEDMIX	10 cc	123.53 ab
	RAIZPLANT	5 cc	123.40 ab
	TESTIGO	-----	114.67 b
	Promedio		121.11
	Coefficiente de variación (%)		2.48

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Número de hojas

En la Tabla 6, se puede observar los resultados de los promedios de números de hojas. El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 5.29 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 17.28 número de hojas, mientras que el híbrido DK9819 logró 17.17 número de hojas. El bioestimulante ZINCPLE (2 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 60.5 cm de altura de planta a los 45 días, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 44.67 cm. Las interacciones demostraron que el tratamiento DK9819 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla), presentó el promedio más alto con 21.67 número de hojas, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento DK9819 – testigo presentó el promedio más bajo número de hojas con 12.33.

Tabla 6

Promedios de número de hojas, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Número de hojas
DK9819			120.23
ADV 9789			122
	SEEDLIFT	8 cc	14.83 c
	ZINCPLE	2 cc	20.83 a
	RAIZPLANT	3 cc	20.17 a
	SEEDMIX	10 cc	17.67 b

	RAIZPLANT	5 cc	16.67 b
	TESTIGO	-----	13.17 d
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	15.00 def
	ZINCPL	2 cc	21.67 a
	RAIZPLANT	3 cc	20.33 ab
	SEEDMIX	10 cc	17.00 cd
	RAIZPLANT	5 cc	16.67 cde
	TESTIGO	-----	12.33 f
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	14.67 def
	ZINCPL	2 cc	20.00 ab
	RAIZPLANT	3 cc	20.00 ab
	SEEDMIX	10 cc	18.33 bc
	RAIZPLANT	5 cc	16.67 cde
	TESTIGO	-----	14.00 ef
	Promedio		27.61
	Coeficiente de variación (%)		5.29

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Diámetro de mazorca

En la Tabla 7, se puede observar los resultados de los promedios diámetro de mazorca. El análisis de varianza reportó significancia estadística solo para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 2.97 %. El híbrido DK9819 obtuvo un valor numéricamente superior con 16 cm de diámetro de mazorca, mientras que el híbrido ADV 9789 logró un promedio de 15.89 mm. Los bioestimulantes RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) y ZINCPL (2 cc/kg semilla) fueron significativamente superiores al resto de tratamientos con una media de 17.67 mm y 17.17 mm de diámetro de mazorca, respectivamente, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 13.83 mm. Las interacciones demostraron que los tratamientos ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) y DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), presentaron los promedios más altos con 17.67 mm de diámetro de mazorca, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento DK9819 – testigo presentó el promedio más bajo de diámetro de mazorca con 13.67 mm.

Tabla 7

Promedios de diámetro de mazorca, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Diámetro de mazorca (mm)
DK9819			16
ADV 9789			15.89
	SEEDLIFT	8 cc	15.33 b
	ZINCPLE	2 cc	17.17 a
	RAIZPLANT	3 cc	17.67 a
	SEEDMIX	10 cc	16.00 b
	RAIZPLANT	5 cc	15.67 b
	TESTIGO	-----	13.83 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	15.33 cd
	ZINCPLE	2 cc	17.33 ab
	RAIZPLANT	3 cc	17.67 a
	SEEDMIX	10 cc	16 bc
	RAIZPLANT	5 cc	16 bc
	TESTIGO	-----	13.67 e
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	15.33 cd
	ZINCPLE	2 cc	17 ab
	RAIZPLANT	3 cc	17.67 a
	SEEDMIX	10 cc	16 bc
	RAIZPLANT	5 cc	15.33 cd
	TESTIGO	-----	14 de
	Promedio		15.94
	Coeficiente de variación (%)		2.97

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Longitud de mazorcas

En la Tabla 8, se puede observar los resultados de los promedios longitud de mazorca. El análisis de varianza reportó significancia estadística para los híbridos, bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 2.50 %. El híbrido ADV 9789 fue estadísticamente superior con 17.61 cm de longitud de mazorca, mientras que el híbrido DK9819 logró el menor promedio de 17.22 cm. Los bioestimulantes ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) fueron significativamente superiores al resto de tratamientos con

una media de 18.83 cm y 18.33 cm de longitud de mazorca, respectivamente, mientras que el testigo sin aplicación logró el promedio más bajo con 15.83 cm. Las interacciones demostraron que el tratamiento ADV 9789 - ZINCPLÉ (2 cc/kg semilla), presentó el promedio más alto con 19 cm de longitud de mazorca, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento DK9819 – testigo presentó el promedio más bajo de longitud de mazorca con 15.67 cm.

Tabla 8

Promedios de longitud de mazorca, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Longitud de mazorca (cm)
DK9819			17.22 b
ADV 9789			17.61 a
	SEEDLIFT	8 cc	17.00 b
	ZINCPLÉ	2 cc	18.83 a
	RAIZPLANT	3 cc	18.33 a
	SEEDMIX	10 cc	17.00 b
	RAIZPLANT	5 cc	17.5 b
	TESTIGO	-----	15.83 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	17.00 def
	ZINCPLÉ	2 cc	18.67 ab
	RAIZPLANT	3 cc	18.33 abc
	SEEDMIX	10 cc	16.33 efg
	RAIZPLANT	5 cc	17.33 cde
	TESTIGO	-----	15.67 g
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	17.00 def
	ZINCPLÉ	2 cc	19.00 a
	RAIZPLANT	3 cc	18.33 abc
	SEEDMIX	10 cc	17.67 bcd
	RAIZPLANT	5 cc	17.67 bcd
	TESTIGO	-----	16.00 fg
	Promedio		17.41
	Coefficiente de variación (%)		2.50

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Número de granos por mazorca

En la Tabla 9, se puede observar los resultados de los promedios número de granos por mazorca. El análisis de varianza reportó significancia estadística para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 6.90 %. El híbrido ADV 9789 obtuvo un valor numéricamente superior con 509.11 número de granos por mazorca, mientras que el híbrido DK9819 logró el promedio más bajo con 508.89 número de granos por mazorca. El bioestimulante RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) fue significativamente superior al resto de tratamientos con una media de 605.67 número de granos por mazorca, mientras que el bioestimulante SEEDLIFT (8 cc/kg semilla) y el testigo sin aplicación lograron los promedios más bajos con 425.67 y 374 número de granos por mazorca. Las interacciones demostraron que el tratamiento ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), presentó el promedio más alto con 613.33 número de granos por mazorca, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos ADV 9789 - testigo y DK9819 – testigo presentaron los promedios más bajos de número de granos por mazorca con 384 y 364, respectivamente.

Tabla 9

Promedios de número de granos por mazorca, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Número de granos por mazorca
DK9819			508.89
ADV 9789			509.11
	SEEDLIFT	8 cc	425.67 d
	ZINCPLE	2 cc	592.67 ab
	RAIZPLANT	3 cc	605.67 a
	SEEDMIX	10 cc	538 bc
	RAIZPLANT	5 cc	518 c
	TESTIGO	-----	374 d
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	439.33 cde
	ZINCPLE	2 cc	577.33 ab
	RAIZPLANT	3 cc	598 ab
	SEEDMIX	10 cc	542.67 abc
	RAIZPLANT	5 cc	532 abc
	TESTIGO	-----	364 e
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	412 de
	ZINCPLE	2 cc	608 ab

RAIZPLANT	3 cc	613.33 a
SEEDMIX	10 cc	533.33 abc
RAIZPLANT	5 cc	504 bcd
TESTIGO	-----	384 e
Promedio		509
Coeficiente de variación (%)		6.90

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Peso de 1000 granos

En la Tabla 10, se puede observar los resultados de los promedios número de granos por mazorca. El análisis de varianza reportó significancia estadística para los bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 1.74 %. El híbrido DK9819 obtuvo un valor numéricamente superior con 477.22 g, mientras que el híbrido ADV 9789 logró el promedio más bajo con 476.67 g. Los bioestimulantes ZINCPL (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) fueron significativamente superiores al resto de tratamientos con una media de 515 g y 501.67 g, respectivamente, mientras que el testigo sin aplicación presentó el promedio más bajo con 441.67 g. Las interacciones demostraron que los tratamientos DK9819 - ZINCPL (2 cc/kg semilla), ADV 9789 - ZINCPL (2 cc/kg semilla), ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) y DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) presentaron los promedios más altos con 520 g, 510 g, 503.33 g y 500 g, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento ADV 9789 - testigo presentó el promedio más bajo de peso de 1000 granos con 440 g.

Tabla 10

Promedios de peso de 1000 granos, en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos.

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Peso de 1000 granos (g)
DK9819			477.22
ADV 9789			476.67
	SEEDLIFT	8 cc	466.67 b
	ZINCPL	2 cc	515 a
	RAIZPLANT	3 cc	501.67 a
	SEEDMIX	10 cc	470 b
	RAIZPLANT	5 cc	466.67 b
	TESTIGO	-----	441.67 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	466.67 bc

	ZINCPLE	2 cc	520 a
	RAIZPLANT	3 cc	500 a
	SEEDMIX	10 cc	466.67 bc
	RAIZPLANT	5 cc	466.67 bc
	TESTIGO	-----	443.33 cd
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	466.67 bc
	ZINCPLE	2 cc	510 a
	RAIZPLANT	3 cc	503.33 a
	SEEDMIX	10 cc	473.33 b
	RAIZPLANT	5 cc	466.67 bc
	TESTIGO	-----	440 d
	Promedio		476.94
	Coeficiente de variación (%)		1.74

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 11, se puede observar los resultados de los promedios de rendimiento (kg/ha). El análisis de varianza reportó significancia estadística para los híbridos, bioestimulantes e interacciones, con un coeficiente de variación de 3.21 %. El híbrido DK9819 obtuvo estadísticamente el mayor promedio de rendimiento con 9243.36 kg/ha, mientras que el híbrido ADV 9789 logró el promedio más bajo con 8913.24 kg/ha. Los bioestimulantes ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) fueron significativamente superiores al resto de tratamientos con una media de 10274.04 kg/ha y 10251.36 kg/ha, respectivamente, mientras que el testigo sin aplicación presentó el promedio más bajo con 7166.88 kg/ha. Las interacciones demostraron que los tratamientos DK9819 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) presentaron los promedios más altos con 10372.32 kg/ha y 10342.08 kg/ha, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos DK9819 – testigo y ADV 9789 - testigo presentaron los promedios más bajos de rendimiento con 7227.36 kg/ha y 7106.4 kg/ha.

Tabla 11

Promedios de rendimiento (kg/ha), en el ensayo de los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Híbridos	Bioestimulantes	Dosis/kg semilla	Rendimiento (kg/ha)
DK9819			9243.36 a
ADV 9789			8913.24 b

	SEEDLIFT	8 cc	8739.36 b
	ZINCPLE	2 cc	10274.04 a
	RAIZPLANT	3 cc	10251.36 a
	SEEDMIX	10 cc	9124.92 b
	RAIZPLANT	5 cc	8913.24 b
	TESTIGO	-----	7166.88 c
DK9819	SEEDLIFT	8 cc	9087.12 cd
	ZINCPLE	2 cc	10372.32 a
	RAIZPLANT	3 cc	10342.08 a
	SEEDMIX	10 cc	9434.88 bc
	RAIZPLANT	5 cc	8996.4 cd
	TESTIGO	-----	7227.36 e
ADV 9789	SEEDLIFT	8 cc	8391.6 e
	ZINCPLE	2 cc	10175.76 ab
	RAIZPLANT	3 cc	10160.64 ab
	SEEDMIX	10 cc	8814.96 cd
	RAIZPLANT	5 cc	8830.08 cd
	TESTIGO	-----	7106.4 e
	Promedio		9078.28
	Coefficiente de variación (%)		3.21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Análisis económico

En la Tabla 12 se presenta los valores promedios para el análisis económico realizado en el cultivo de maíz mediante la utilización de rendimientos obtenidos de los diferentes híbridos en relación a los bioestimulantes aplicados, en donde, la mayor relación B/C recae sobre el tratamiento DK9819 -RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) con un valor de 2.98, alcanzando una utilidad neta de \$ 2788.56, en comparación a los demás tratamientos, en donde el híbrido ADV 9789 - TESTIGO obtuvo la menor utilidad con \$ 1786.61 con una relación B/C de 2.31. No obstante, cabe destacar que en todos los tratamientos evaluados no se registraron pérdidas económicas, debido a que la relación B/C se mantiene en valores superiores a 1.

Tabla 12

Análisis económico en la respuesta a los efectos de bioestimulantes en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.) en la zona de Pueblo Viejo, provincia Los Ríos

Nº	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Bruto \$	Costo de tratamiento \$	Costo variable* \$	Costo Total \$	Utilidad neta \$	Relación B/C
1	DK9819 -SEEDLIFT (8 cc/kg semilla)	9087.12	3271.44	264.50	627.98	892.48	2378.96	2.67
2	DK9819 -ZINCPLE (2 cc/kg semilla)	10372.32	3734.13	280.64	695.53	976.17	2757.96	2.83
3	DK9819 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla)	10342.08	3723.24	260.50	674.18	934.68	2788.56	2.98
4	DK9819 -SEEDMIX (10 cc/kg semilla)	9434.88	3396.64	245.00	622.4	867.4	2529.24	2.92
5	DK9819 - RAIZPLANT (5 cc/kg semilla)	8996.4	3238.78	240.50	600.36	840.86	2397.92	2.85
6	DK9819 -TESTIGO	7227.36	2601.91	243.75	532.84	776.59	1825.32	2.35
7	ADV 9789 - SEEDLIFT (8 cc/kg semilla)	8391.6	3021.05	264.50	600.16	864.66	2156.39	2.49
8	ADV 9789 - ZINCPLE (2 cc/kg semilla)	10175.76	3663.36	280.64	687.67	968.31	2695.05	2.78
9	ADV 9789 - RAIZPLANT (3 cc/kg semilla)	10160.64	3657.92	260.50	666.93	927.43	2730.49	2.94
10	ADV 9789 - SEEDMIX (10 cc/kg semilla)	8814.96	3173.46	245.00	597.6	842.6	2330.86	2.77
11	ADV 9789 - RAIZPLANT (5 cc/kg semilla)	8830.08	3178.91	240.50	593.7	834.2	2344.71	2.81
12	ADV 9789 - TESTIGO	7106.4	2558.37	243.75	528.01	771.76	1786.61	2.31

Precio de venta (qq): 16.33

Costo de cosecha y transporte (kg): \$0.04

Mano de obra (jornales): \$12.00

*Se refiere al Costo de tratamiento más el Costo de cosecha y transporte del rendimiento en kg/ha

DISCUSIÓN

El estudio sobre los efectos de los bioestimulantes en la producción de maíz en la provincia de Los Ríos demostró resultados significativos, que indican que la aplicación de bioestimulantes puede mejorar tanto el desarrollo vegetativo como el rendimiento del cultivo de maíz. De acuerdo con el análisis de varianza, ZINCPLE (2 cc/kg semilla) mostró una mejora significativa en la altura de las plantas a los 15, 30 y 45 días en comparación con el testigo (sin aplicación de bioestimulante), con un promedio de 16.83 cm a los 15 días, y 31.83 cm a los 30 días, siendo estas diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos. Este resultado respalda la hipótesis de que los bioestimulantes tienen un efecto positivo sobre el crecimiento inicial del maíz, como han indicado investigaciones previas en diferentes contextos (Sánchez et al., 2022).

Para la variable número de hojas, los resultados mostraron que el bioestimulante ZINCPLE (2 cc/kg semilla) también fue significativamente superior a los demás tratamientos, con una media de 20.83 hojas, mientras que el testigo presentó el número más bajo con 12.33 hojas. Esto respalda la idea de que los bioestimulantes no solo impactan el crecimiento en términos de altura, sino también en la producción de órganos vegetativos, como lo indican estudios que muestran que la aplicación de estos compuestos mejora la formación de hojas y la fotosíntesis (Calvo et al., 2022).

La interacción entre los híbridos y los bioestimulantes mostró efectos aún más evidentes, en donde los tratamientos con ZINCPLE y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) aumentaron la altura de la planta y el número de granos por mazorca. Esto es consistente con los hallazgos de estudios previos que demuestran que los bioestimulantes, como los extractos de algas y los aminoácidos, pueden mejorar el desarrollo radicular, promoviendo un mejor uso del agua y los nutrientes en condiciones de estrés (Rouphael y Colla, 2020).

En cuanto al diámetro de mazorca, aunque no hubo diferencias significativas entre los híbridos, se observó que los tratamientos con ZINCPLE (2 cc/kg semilla) presentaron un diámetro mayor, de 16 mm, comparado con el testigo que alcanzó solo 15.89 mm. Esto sugiere que los bioestimulantes pueden influir en la calidad de los granos, no solo en el crecimiento vegetativo, lo que coincide con investigaciones previas que indican que el tratamiento de semillas con bioestimulantes puede aumentar la calidad de los frutos (Yakhin et al., 2021).

Los resultados sobre el rendimiento por hectárea mostraron una mejora significativa en los tratamientos con bioestimulantes, especialmente ZINCPLE (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla), los cuales produjeron los mayores rendimientos. Estos resultados son consistentes con lo que afirman varios estudios que muestran que los bioestimulantes pueden aumentar el rendimiento de los cultivos, al promover un mejor establecimiento, mayor absorción de nutrientes y resistencia al estrés ambiental (Lucini et al., 2020; Rouphael et al., 2020).

El análisis económico realizado al final del estudio también mostró que el costo de los bioestimulantes es justificado por el incremento en el rendimiento, con una relación beneficio/costo favorable para los tratamientos con ZINCIPLE y RAIZPLANT. Este hallazgo es consistente con las observaciones de estudios previos, como los de Lucini et al. (2020), quienes encontraron que la aplicación de bioestimulantes puede mejorar significativamente el rendimiento y la calidad del maíz.

CONCLUSIONES

Los bioestimulantes evaluados mostraron efectos positivos en el desarrollo vegetativo del maíz, resaltando que los tratamientos con ZINCIPLE (2 cc/kg semilla) y RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) incrementaron de manera significativa la altura de planta, el número de hojas y la altura de inserción de mazorca, en comparación con el testigo; esto evidencia que su aplicación mejora el vigor inicial y favorece el crecimiento del cultivo desde las etapas tempranas

Entre los tratamientos evaluados, ZINCIPLE (2 cc/kg semilla) demostró ser el más eficiente, logrando el mayor número de granos por mazorca y el mayor rendimiento por hectárea; mientras que las interacciones híbridos x bioestimulantes confirmaron que este tratamiento es consistente en su desempeño, independientemente del híbrido utilizado.

El análisis económico demostró que el tratamiento RAIZPLANT (3 cc/kg semilla) presentó una mayor relación B/C con 2.98, alcanzando una utilidad neta de \$ 2788.56, en comparación a los demás tratamientos, en donde el híbrido ADV 9789 - TESTIGO obtuvo la menor utilidad con \$ 1786.61 con una relación B/C de 2.31.

REFERENCIAS

- Barreto Zúñiga, W. W., & Pinos Rocel, D. O. (2023). Evaluación del rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes en el cantón joya de los sachas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 8928-8950. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6005
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2022). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Dantas, J. P., Araújo, J. L., Freitas, R. M. O., & Pereira, W. E. (2020). Efeito de bioestimulante no desempenho fisiológico de sementes de milho submetidas à restrição hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, 51(1), e20196501. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200008>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Du Jardin, P., Xu, L., Geelen, D., & Goossens, A. (2020). *The science of plant biostimulants – A bibliographic analysis*. Advisory Report of the European Commission. <https://ec.europa.eu/>
- Ferreira, A. L., Soares, M. R., & Santos, L. M. (2022). Bioestimulantes en la tolerancia al estrés térmico en semillas de maíz. *Agrária Ciência e Desenvolvimento*, 18(4), 85–93.
- Lucini, L., Miras-Moreno, B., Bernardes da Silva, A. L., Trevisan, M., & Pii, Y. (2020). Biostimulants as Modulators of Plant Metabolism. *Scientific Reports*, 10, 12023. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68832-8>
- Lucini, L., Roupheal, Y., Cardarelli, M., & Colla, G. (2018). Unravelling the effectiveness of a plant-derived protein hydrolysate in maize under saline conditions: A physiological and metabolomic approach. *Frontiers in Plant Science*, 9, 297. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00297>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Agricultura confirma mayor déficit de maíz en Ecuador, alcanzando las 152 650 toneladas. Nexo Digital.
- Oliveira, D. R. de, Nascimento, I. B., Silva, F. A. da, & Almeida, D. S. (2020). Biostimulants and humic substances in maize growth in low fertility soil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50, e59633. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5059633>
- Paraíso, C. M., Silva, A. C. F. da, & Rezende, R. (2021). Bioestimulantes en el tratamiento de semillas de maíz y su influencia en la emergencia y vigor de plántulas. *Revista de Ciências Agrárias*, 44(2), 1–9. <https://doi.org/10.19084/rca.2021v44n2>
- Ramos, A. C., Okumura, R. S., & Oliveira, A. L. M. (2019). Inoculation of maize seeds with plant growth-promoting bacteria: Effects on germination and plant development. *Journal of Agricultural Science*, 11(2), 86–95. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n2p86>
- Restrepo, D., & Morales, J. (2020). Influencia de la radiación solar en el rendimiento de híbridos

- de maíz. *Revista Colombiana de Agricultura*, 25(2), 65–72.
- Rodríguez, A., Ortega, J. A., & Moreno, E. (2020). Aplicación de bioestimulantes en semillas de maíz bajo estrés hídrico. *Cultivos Tropicales*, 41(1), 58–66.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Rouphael, Y., Colla, G., Bernardo, L., Kane, D., Trevisan, M., Lucini, L. (2020). Biostimulants enhance mineral uptake and modulate gene expression involved in salt stress response in maize seedlings. *Agronomy*, 10(10), 1471. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101471>
- Sánchez, R., Torres, J., & Delgado, A. (2022). Aplicación de bioestimulantes en semillas de maíz y su efecto en el crecimiento en la provincia de Los Ríos. *Boletín Técnico de Investigaciones Agroproductivas*, 11(1), 30–37.
- SEIPASA. (2022). Efecto de los bioestimulantes en los cultivos agrícolas. <https://www.seipasa.com/es/blog/bioestimulantes-preguntas-clave/>
- Torres, A. R., Rodríguez, E. M., & Gutiérrez, P. J. (2022). Reducción de fertilización nitrogenada mediante el uso de bioestimulantes en semillas de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 721–733. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2847>
- Velázquez-Martínez, C., García-Martínez, R., Domínguez-Mendoza, M. C., & Ramírez-Rodríguez, M. A. (2020). Aplicación de bioestimulantes microbianos en la germinación y desarrollo inicial del maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), 369–380.
- Zambrano, F., Paredes, M., & León, J. (2022). Efecto de bioestimulantes naturales en el rendimiento de maíz en la región Costa del Ecuador. *Revista Agroproductividad*, 15(5), 120–126.