

Evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

*Evaluation of biostimulants and foliar fertilizers in the development of corn crop (*Zea mays* L.)*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18098894>

AUTORES:

Danilo Xavier Santana Aragone1

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-9895-1107> 

dsantana@utb.edu.ec

Deivis Manuel García Valenzuela2

Promotor Técnico Comercial Semillas Advanta Ecuador

<https://orcid.org/0009-0009-4207-1107> 

deivisgarciavalenzuela@gmail.com

Fanor Emmanuel Vera Jurado3

Supervisor de Departamento Técnico de Insiyth Banano, Ecuaquímica

<https://orcid.org/0009-0002-7907-3107> 

fveraj@utb.edu.ec

Wimper Manuel Santana Troya4

Asistente Técnico de Comercial Departamento de Banano, Ecuaquímica

<https://orcid.org/0009-0007-5702-7107> 

wsantanat@utb.edu.ec

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: dsantana@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 15/04/2025

Fecha de aceptación: 24/06/2025

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se utilizó como material de siembra el híbrido de maíz Advanta 9139. Se emplearon tratamientos como los

bioestimulantes Green Master en dosis de 1,0 L/ha; Espigold en dosis de 1,0 L/ha; Ecohormonas en dosis de 0,5 L/ha; fertilizantes foliares Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha; Ned Combi en dosis de 0,5 kg/ha; Fito Activo en dosis de 0,5 L/ha y el testigo absoluto sin aplicación de productos. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, cuya comparación de medias se efectuó con la prueba de Tukey. El manejo del trabajo experimental de campo se llevó a cabo con todas las prácticas y labores agrícolas que el cultivo requiera para su normal desarrollo, tales como preparación de terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, fertilización, riego y cosecha. Por los resultados obtenidos se determinó que los bioestimulantes y fertilizantes foliares influyeron positivamente en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz, en la zona de Ventanas; la mayor altura de planta, altura de inserción de la mazorca, diámetro y longitud de mazorca, granos por mazorca y peso de 1000 granos se obtuvo con la aplicación del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha a los 13, 18 y 30 días después de la siembra y el mayor rendimiento del cultivo con 7344,2 kg/ha y beneficio económico neto con \$ 310,0 se presentó al utilizar el fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha.

Palabras claves: Bioestimulantes, fertilizantes foliares, maíz, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate biostimulants and foliar fertilizers in the development of corn (*Zea mays* L.) crops. The Advanta 9139 corn hybrid was used as planting material. Treatments such as the biostimulants Green Master at a dose of 1.0 L/ha; Espigold at a dose of 1.0 L/ha; Ecohormones at a dose of 0.5 L/ha; foliar fertilizers Complefol SL at a dose of 1.0 L/ha; Ned Combi at a dose of 0.5 kg/ha; Fito Activo at a dose of 0.5 L/ha and the absolute control without application of products were used. The experimental design of Randomized Complete Blocks with 7 treatments and 3 replications was used, whose comparison of means was carried out using the Tukey test. The experimental field work was carried out with all the agricultural practices and tasks required for the crop's normal development, such as land preparation, planting, weed control, phytosanitary control, fertilization, irrigation, and harvesting. The results showed that biostimulants and foliar fertilizers positively influenced the development and yield of corn crops in the Ventanas area. The highest plant height, ear insertion height, ear diameter and length, kernels per ear, and 1000-kernel weight were obtained with the

application of the foliar fertilizer Complefol SL at a dose of 1.0 L/ha at 13, 18, and 30 days after planting. The highest crop yield (7344.2 kg/ha) and net economic benefit (US\$310.0) were obtained with the application of the foliar fertilizer Complefol SL at a dose of 1.0 L/ha.

Keywords: Biostimulants, foliar fertilizers, corn, yield.

INTRODUCCIÓN

Grande y Orozco (2020) indica que el maíz (*Zea mays* L.) es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas o poáceas cuya descripción taxonómica corresponde a una especie monocotiledónea de crecimiento anual y un ciclo vegetativo muy amplio. De acuerdo con la variedad su desarrollo puede durar de 80 a 200 días, el cual empieza en la siembra y termina con la cosecha.

En el año 2024, la producción de maíz en Ecuador experimentó una disminución significativa en comparación con años anteriores, debido a factores climáticos adversos y desafíos logísticos. A continuación, se presenta un resumen de los datos más relevantes: superficie cultivada: 284.387 hectáreas; producción total: 1.709.475 toneladas métricas y rendimiento promedio: 6,01 toneladas por hectárea (MAG, 2024).

El consumo nacional del maíz amarillo seco, sembrado principalmente en la costa, es la industria de alimentos balanceados que utiliza alrededor del 95 % de la producción comercializable. Este mercado se ve abastecido generalmente por mayoristas, los cuales cuentan con instalaciones de almacenamiento y tratado del producto según exigencias requeridas (España, 2018).

Elizondo y Boschini (2020) argumentan que entre las especies forrajeras que ofrecen estas características se encuentra el maíz (*Zea mays*), que es un cultivo anual, con un ciclo vegetativo de 120 a 150 días para la producción de grano, dependiendo de la altitud. Se cultiva en una gran variedad de climas y es un cereal básico para la alimentación humana, siendo por muchos años la base de alimentación de muchas culturas.

Grande y Orozco (2020) manifiesta que el maíz es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética y se origina en ambiente tropical. Las pocas condiciones requeridas para su cultivo entre las cuales se destacan el ciclo de reproducción, la luminosidad, la temperatura y la humedad, entre otras, permiten su crecimiento y desarrollo en diferentes regiones geográficas.

Según Pinzón (2021) la aplicación foliar de fertilizantes y bioestimulantes es usada con el propósito de hacer aportes energéticos en etapas productivas y con fines de sanidad vegetal. La mayor absorción de fertilizantes foliares se logra con moléculas que tienen radios iónicos menores a 1 mm, como la urea, potasio, magnesio, calcio y sacarosa, ya que por su tamaño pueden pasar fácilmente a través de los poros hidrofílicos. Por el contrario, algunos quelatos y moléculas de alto peso molecular como ácidos húmicos, EDTA, DTPA, EDDHA con radios iónicos superiores a 1nm, tienen menor probabilidad de absorción. Así mismo, como estos poros presentan cargas negativas y pueden retener iones polivalentes y metálicos, se sugiere acomplejarlos mediante compuestos como los citratos y aminoácidos.

Valagro (2021), define que los bioestimulantes agrícolas incluyen diferentes formulaciones de sustancias que se aplican a las plantas o al suelo para regular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo.

Lida (2022), reporta que la alimentación de una población en crecimiento requiere aumentos en el rendimiento y mejorar la calidad de los cultivos, los cuales son fomentados por bioestimulantes. Las temperaturas extremas, la falta de agua, la salinidad y otros tipos de estrés relacionados con el cambio climático requieren cultivos resistentes. Los bioestimulantes aumentan la tolerancia de las plantas frente a efectos adversos de estrés abiótico.

García (2017), expresa que un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”. Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos.

AEFA (2017), publica que los bioestimulantes son tema de actualidad y novedad dentro del marco legislativo en todos los países y para los agricultores, que son los que necesitan y reclaman estos productos para el desarrollo óptimo de sus cultivos. Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura. Siempre ha existido la necesidad de estimular el crecimiento de las plantas

para aumentar los rendimientos y, tanto más, cuando el agricultor ve que su cosecha puede verse mermada, sobre todo, después de haber pasado por una inclemencia meteorológica. Villa (2019), menciona que los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, estrés (abiótico, biótico, hídrico), plagas o enfermedades.

Muñoz (2020) afirman que con aplicaciones al follaje se compensa los elementos que se observe deficiencia, por lo general se requiere de nitrógeno, fósforo, calcio, boro, zinc, cobre y potasio, la fertilización foliar es un complemento a la radicular. Se recomienda realizar 1 ó 2 aplicaciones por mes de acuerdo a la necesidad.

Rodríguez et al (2021) definen que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común para los productores. La misma sirve para suplementar los requerimientos nutricionales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización al suelo, corrigiendo las deficiencias nutricionales de las plantas, favoreciendo el buen desarrollo de los cultivos y mejorando el rendimiento y la calidad de los productos.

Trinidad y Aguilar (2021) reportan que la fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años. En 1844 se reporta que en Francia se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente. Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además, ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente. Bonnet y Cárdenas (2022) consideran que la fertilización foliar es muy útil en épocas de verano como complemento a la fertilización edáfica. Su aplicación debe ser por debajo de la hoja con adición de un surfactante, con el fin de que permita hacer contacto con la lámina foliar.

Villalva y Villalva (2012) estudiaron el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes comerciales (Semevin y Cruiser) en seis híbridos de maíz en la zona de Quevedo, Ecuador. Los resultados indicaron mejoras en parámetros agronómicos como altura de planta, número de hileras por mazorca y rendimiento en kilogramos por hectárea, siendo el híbrido B 7254 el que mostró las mejores respuestas.

Cruz y Aguayo (2020) evaluaron la eficacia de aplicaciones combinadas de silicio y bioestimulantes (extracto de algas, fitohormonas, ácido húmico) sobre el rendimiento del maíz amarillo duro. Los tratamientos combinados mejoraron variables como la altura de planta, número de hileras de grano por mazorca y peso de mazorca, resultando en un aumento del rendimiento del cultivo.

Contreras y Goyes (2024) investigaron el efecto de bioestimulantes foliares orgánicos (ISABION® y BIOESCUDO®) en genotipos híbridos de maíz amarillo duro en Ecuador. El tratamiento con BIOESCUDO® a una dosis de 1 L/ha mostró eficacia en aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, como el número de espigas por planta, altura de la planta y diámetro del tallo.

Martínez (2019) evaluó la aplicación foliar de aminoácidos y extractos de algas en híbridos de maíz en los Valles Altos de México. Los resultados mostraron un incremento promedio en la producción de grano de 0.9 a 1.3 t/ha en comparación con el control, además de mejoras en componentes agronómicos como el número de granos por mazorca y el peso de 200 granos.

Un estudio publicado en la *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* evaluó la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos en maíz. Los resultados indicaron que el estiércol líquido bovino aplicado foliarmente alcanzó un rendimiento de 6.95 t/ha, cercano al obtenido con fertilización química NPK (7.32 t/ha). Además, la rentabilidad fue superior con el uso de estiércol líquido bovino (54.01%) en comparación con NPK (52.61%) (Díaz et al., 2022).

En Tulumayo, Perú, se investigó el efecto de la fertilización foliar con micronutrientes (boro y zinc) en el rendimiento del maíz híbrido XB-8010. El tratamiento con 4 L/ha de Flower Power® mostró el mejor rendimiento con 8.557 t/ha y una rentabilidad de 97.14% (Villar, 2017).

Investigaciones en México demostraron que la fertilización foliar con macro y micronutrientes incrementó en 5% el porcentaje de germinación y mejoró el vigor de la semilla en cruces simples de maíz, aunque no afectó significativamente el rendimiento ni la calidad física de la semilla (Zepeda et al., 2019).

Un estudio realizado en Babahoyo evaluó la fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz. Se concluyó que ciertos tratamientos, como el uso de Bioescudo y Seaweed extract, mejoraron las características agronómicas del cultivo, aunque no se especificaron los rendimientos exactos (Murillo, 2017).

Las prácticas de manejo para el uso de los fertilizantes son imprescindibles para aumentar la producción y los rendimientos, debido a esto el presente trabajo experimental de campo se desarrolló con la finalidad de obtener la mejor fertilización que aporte al crecimiento de la planta en el cultivo de maíz y de esta manera ser un referente para los agricultores maiceros en la zona de estudio.

METODOLOGÍA

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de propiedad del señor Arturo Vicente Litardo Anchundia ubicado en el Recinto Pijio en el Km 1,5 vía Echeandia – Ventanas, perteneciente al Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos. La zona presenta un clima tropical húmedo según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 26,0° C, una precipitación media anual de 2115,9 mm/año, humedad relativa del 80 % promedio anual. Con coordenadas geográficas de 1 433 33 UTM de longitud oeste y 79 266 67 UTM de latitud sur, altitud 849 msnm (INAHMI, 2024). Se utilizaron materiales campo y material vegetal de siembra los híbridos de maíz Advanta 9139. Se estudiaron dos factores; a) Comportamiento agronómico del cultivo de maíz en base a dos productos comerciales: Desarrollo del cultivo de maíz, y, b) Dosis de bioestimulantes y fertilizantes foliares. Se evaluaron los tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1.

Tratamientos utilizados en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

Nº	Producto	Dosis /ha	Época de aplicación (d.d.s.)
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	13 - 18 - 30
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	13 - 18 - 30
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	13 - 18 - 30
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	13 - 18 - 30
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	13 - 18 - 30
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	13 - 18 - 30

T7	Testigo	0	--
----	---------	---	----

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Para realizar la evaluación de las medias de los tratamientos, se empleó el análisis de varianza y la comparación de medias se efectuó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

La siembra se realizó de forma manual con la ayuda de un espeque, con un distanciamiento de siembra de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, colocando una semilla por sitio. Antes de la siembra las semillas fueron protegidas con Thiodicarb, en dosis de 250 cc por cada 15 kg de semilla certificada. Para el control de malezas, un día después de la siembra se aplicó Glifosato + 2,4 D Amina en dosis de 1,5 + 1,0 L/ha. Además, se utilizó a los 20 días después de la siembra Nicosulfuron + Atrazina en dosis de 32 g + 2,0 kg/ha. Se detectó la presencia de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), lo que fue controlado con Methomyl en dosis de 100 g/ha a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

La fertilización se realizó de acuerdo al cuadro de tratamientos establecido en el presente trabajo experimental. La fertilización convencional en todas las parcelas experimentales se realizó según el requerimiento nutricional del cultivo con 150 kg/ha de N, 30 kg/ha de P y 120 kg/ha de K; utilizando como productos comerciales Urea 46 % de N; DAP 18 % N + 46 % de P205 y Muriato de potasio 60 % de K20. El fósforo y potasio se incorporaron al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno se fraccionó en partes iguales a los 15 y 30 días después de la siembra (INIAP, 2016). El cultivo estuvo a expensas de las lluvias debido a las condiciones climáticas de la época. La cosecha se efectuó cuando cada unidad experimental presentó la madurez fisiológica.

La altura de planta fue tomada con un flexómetro en la cosecha, utilizando 10 plantas al azar por tratamiento.

La altura de la planta se tomó desde el nivel del suelo hasta la inserción de la panícula, expresando el valor en metros.

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 centímetros el registro.

La longitud de la mazorca se tomó 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.

Se tomaron 10 mazorcas de cada tratamiento y se procedió a contar la totalidad de sus granos, para obtener el promedio de granos por mazorca.

Fueron escogidos 1000 granos por cada tratamiento, procediendo a pesar en una balanza de precisión, tomando el registro en gramos.

Se evaluaron 10 mazorcas por cada unidad experimental, sus granos fueron pesados, para luego se dividió este valor para el peso obtenido de las tusas, tomando el registro en gramos.

El rendimiento de grano por hectárea se determinó con los valores de cosechados los granos se procedió a realizar un ajuste de humedad al 13 %, expresando en kg/ha los valores. Para el efecto se utilizó 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 determinó con el rendimiento de grano de maíz en kg/ha y los costos de producción, basado en la relación beneficio/costo y utilidad neta.

RESULTADOS

Altura de planta

En la Tabla 2, se registran los promedios de altura de planta. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,86 %. La aplicación del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha superó los promedios con 1,84 m, estadísticamente igual al empleo del bioestimulante Espigold en dosis de 1,0 L/ha; fertilizante foliar Ned Combi en dosis de 0,5 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio fue para el tratamiento testigo, sin aplicación de productos que presentó un promedio de 0,99 m.

Tabla 2.

Altura de planta, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

Tratamientos		Altura de planta (m)
Nº	Producto	
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L
T7	Testigo	0
Promedio general		1,49
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		5,86
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

Altura de inserción de mazorca

Los valores de altura de inserción de la mazorca se observan en la Tabla 3. El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 7,85 %. El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha reportó 1,06 m de altura de inserción de la mazorca, estadísticamente superior al resto de tratamientos, cuyo menor promedio fue para el tratamiento testigo, sin aplicación de productos con altura de inserción de la mazorca de 0,48 m.

Tabla 3.

Altura de inserción de la mazorca, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

	Tratamientos		Altura de
N°	Producto	Dosis /ha	inserción de la mazorca (m)
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	0,58 bc
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	0,72 b
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	0,51 c
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	1,06 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	0,70 b
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	0,53 bc
T7	Testigo	0	0,48 c
Promedio general			0,66
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			7,85
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo			

Diámetro de mazorca

La variable diámetro de mazorca registra que el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 7,03 % (Tabla 4). El empleo del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha presentó mayor promedio (5,13 cm), estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos el de menor promedio (4,51 cm).

Tabla 4.

Diámetro de mazorca, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

	Tratamientos		Diámetro de
N°	Producto	Dosis /ha	mazorca (cm)
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	4,87 bc

T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	4,96 b
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	4,79 c
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	5,13 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	4,92 bc
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	4,82 bc
T7	Testigo	0	4,51 d
Promedio general			4,86
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			7,03
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo			

Longitud de mazorca

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 8,32 % para la variable longitud de mazorca, según se observa en la Tabla 5. El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha registró el mayor valor con 16,13 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos el de menor promedio de longitud de mazorca con 15,51 cm.

Tabla 5.

Longitud de mazorca, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

N°	Tratamientos	Dosis /ha	Longitud de mazorca (cm)
	Producto		
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	15,87 bc
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	15,96 b
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	15,79 c

T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	16,13 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	15,92 bc
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	15,82 bc
T7	Testigo	0	15,51 d
Promedio general			15,86
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			8,32
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo			

Número de granos por mazorca

En cuanto al número de granos por mazorca, el análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 6,50 % (Tabla 6). El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha detectó el mayor promedio con 490 granos por mazorca, estadísticamente igual al empleo del bioestimulante Espigold en dosis de 1,0 L/ha; fertilizante foliar Ned Combi en dosis de 0,5 kg/ha y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos el de menor promedio con 435 granos por mazorca.

Tabla 6.

Número de granos por mazorca, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

	Tratamientos		Granos por mazorca
Nº	Producto	Dosis /ha	
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	457 bc
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	484 a
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	441 cd
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	490 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	471 ab

T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	445 cd
T7	Testigo	0	435 d
Promedio general			461
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			6,50
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo			

Peso de 1000 granos

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 8,98 %, según se presenta en la Tabla 7. El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha mostró el mayor promedio (330,5 g), estadísticamente igual al empleo del bioestimulante Espigold en dosis de 1,0 L/ha y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos el de menor promedio (297,0 g).

Tabla 7.

Peso de 1000 granos, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

	Tratamientos		Peso de 1000
Nº	Producto	Dosis /ha	granos (g)
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	318,4 b
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	321,9 ab
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	315,1 b
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	330,5 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	320,8 b
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	316,3 b
T7	Testigo	0	297,0 c
Promedio general			317,1

Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		8,98
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. Ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo		

Relación grano - tuza

En la variable relación grano – tuza, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 8,43 % (Tabla 8). El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha obtuvo el mayor promedio en la relación grano-tuza con 6,5 y el menor valor lo registró el tratamiento testigo, sin aplicación de productos con 6,1.

Tabla 8.

Relación grano-tuza, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

Tratamientos			
Nº	Producto	Dosis /ha	Relación grano-tuza
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	6,3
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	6,4
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	6,3
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	6,5
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	6,4
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	6,3
T7	Testigo	0	6,1
Promedio general			6,3
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			8,43

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Rendimiento por hectárea

En la Tabla 9, se reportan los promedios de rendimiento. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,31 %. El uso del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha presentó el mayor rendimiento del cultivo con 7344,2 kg/ha, estadísticamente igual al empleo de los bioestimulantes Green Master en dosis de 1,0 L/ha; Espigold en dosis de 1,0 L/ha; fertilizantes foliares Ned Combi en dosis de 0,5 kg/ha y Fito Activo en dosis de 0,5 L/ha y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos el de menor promedio con 5733,0 kg/ha.

Tabla 9.

Rendimiento, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

	Tratamientos		Rendimiento (kg/ha)
Nº	Producto	Dosis /ha	
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	6687,8 abc
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	6983,5 ab
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	6306,0 bc
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	7344,2 a
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	6979,8 ab
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	6445,8 abc
T7	Testigo	0	5733,0 c
Promedio general			6640,0
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			5,31

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Análisis económico

En el análisis económico se reportó que todos los tratamientos fueron rentables, destacando el empleo del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha que obtuvo mayor beneficio neto de \$ 310,0.

Tabla 10.

Análisis económico/ha, en la evaluación de bioestimulantes y fertilizantes foliares en el desarrollo del cultivo de maíz.

Tratamientos		Dosis L/ha	Rendimiento			Costos de producción					Beneficio Neto
Nº	Productos		kg/ha	Sacos 50 kg	Produc (\$)	Costo fijo	Prod.	Mano de obra	Cos + Trans.	Total	
T1	Bioestimulante Green Master	1,0 L	6687,8	133,8	1538,2	1058,9	24,8	72,0	200,6	1356,3	181,9
T2	Bioestimulante Espigold	1,0 L	6983,5	139,7	1606,2	1058,9	27,6	72,0	209,5	1368,0	238,2
T3	Bioestimulante Ecohormonas	0,5 L	6306,0	126,1	1450,4	1058,9	17,4	72,0	189,2	1337,5	
T4	Fertilizante foliar Complefol SL	1,0 L	7344,2	146,9	1689,2	1058,9	27,9	72,0	220,3	1379,1	
T5	Fertilizante foliar Ned Combi	0,5 Kg	6979,8	139,6	1605,3	1058,9	9,5	72,0	209,4	1349,7	255,6
T6	Fertilizante foliar Fito Activo	0,5 L	6445,8	128,9	1482,5	1058,9	16,9	72,0	193,4	1341,2	
T7	Testigo		5733,0	114,7	1318,6	1058,9	0,0	0,0	172,0	1230,9	87,7
Bioestimulantes			Fertilizante foliar					Costos			
Green Master (L) = 8,25			Complefol SL (L) = 9,30					Jornal: \$ 12,00			
Espigold (L) = 9,20			Ned Combi (kg) = 6,30					Cosecha + Transporte (Saco): \$ 1,50			
Ecohormonas (L) = 11,60			Fito Activo (L) = 11,28					Venta Saco (50 kg): \$ 11,50			

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que el uso de bioestimulantes y fertilizantes foliares tiene un impacto significativo en el desarrollo y rendimiento del

cultivo de maíz (*Zea mays* L.), lo cual concuerda con diversos estudios que destacan la importancia de estas tecnologías agrícolas.

En particular, el tratamiento con el fertilizante foliar Complefol SL (1,0 L/ha) resultó ser el más efectivo, superando en todas las variables evaluadas al resto de tratamientos, incluida la altura de planta (1,84 m), altura de inserción de la mazorca (1,06 m), diámetro (5,13 cm) y longitud de mazorca (16,13 cm), número de granos por mazorca (490), peso de 1000 granos (330,5 g) y rendimiento por hectárea (7344,2 kg/ha). Este comportamiento puede atribuirse a la rápida absorción y utilización de nutrientes esenciales aplicados vía foliar, lo que coincide con lo descrito por Pinzón (2021), quien señaló que los fertilizantes foliares son más eficientes cuando sus componentes tienen bajo peso molecular y alta solubilidad.

Los bioestimulantes, en especial Espigold y Green Master, también mostraron efectos positivos, aunque en menor medida comparados con Complefol SL. Esto respalda la afirmación de Valagro (2021) y García (2017), quienes indican que los bioestimulantes mejoran la fisiología vegetal al actuar sobre procesos naturales que aumentan la tolerancia al estrés y promueven el desarrollo, independientemente de su contenido nutricional.

Asimismo, Lida (2022) subraya que los bioestimulantes contribuyen a mejorar la calidad del producto final y la salud del suelo, aspectos que, aunque no fueron medidos directamente en este estudio, podrían estar implícitos en los resultados observados.

En contraste, el tratamiento testigo (sin aplicación) registró los valores más bajos en todas las variables, lo cual confirma que la simple fertilización convencional del suelo no es suficiente para alcanzar altos niveles de productividad, especialmente bajo condiciones ambientales variables. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Trinidad y Aguilar (2021), quienes destacan la utilidad de la fertilización foliar como complemento a la edáfica, particularmente cuando existen limitaciones en la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

El análisis económico refuerza la recomendación técnica de aplicar Complefol SL, ya que fue el tratamiento con mayor rendimiento y rentabilidad, alcanzando un beneficio neto de \$310,00 por hectárea. Esto resalta la importancia de considerar no solo los rendimientos agronómicos sino también la viabilidad económica en la toma de decisiones por parte del agricultor, tal como lo sugiere Muñoz (2020).

En resumen, esta investigación demuestra que tanto bioestimulantes como fertilizantes foliares son herramientas eficaces para potenciar el rendimiento del cultivo de maíz. Sin

embargo, su efectividad depende del tipo de producto, su formulación y momento de aplicación, por lo que es recomendable seguir evaluando nuevas combinaciones y dosis en condiciones agroecológicas específicas.

CONCLUSIONES

Los bioestimulantes y fertilizantes foliares influyeron positivamente en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz, en la zona de Ventanas.

La mayor altura de planta, altura de inserción de la mazorca, diámetro y longitud de mazorca, granos por mazorca y peso de 1000 granos se obtuvo con la aplicación del fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha a los 13, 18 y 30 días después de la siembra.

El mayor rendimiento del cultivo con 7344,2 kg/ha y beneficio económico neto con \$ 310,0 se presentó al utilizar el fertilizante foliar Complefol SL en dosis de 1,0 L/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEFA. (2017). *Importancia de los bioestimulante agrícolas*. <https://aeфа-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas>
- Bonnet, J. y Cárdenas, J. (2022). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. PRODUMEDIOS ISBN: 978-958-8829-13-5 Primera edición, Pág. 29
- Contreras García, J. C., & Goyes Torres, C. I. (2024). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares orgánicos en la etapa vegetativa de genotipos híbridos de maíz (Zea mays L.)* (Tesis de maestría). Universidad Estatal de Milagro.
- Cruz López, G. P., & Aguayo Zambrano, A. J. (2020). *Efecto del silicio y bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) amarillo duro* (Tesis de licenciatura). ESPAM MFL.
- Díaz-Chuquizuta, P., Hidalgo-Meléndez, E., Cabrejo-Sánchez, C., & Valdés-Rodríguez, O. A. (2022). Respuesta del maíz (Zea mays L.) a la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(2), 144–153. <https://doi.org/10.29393/CHJAA3814RMPO40014revistas.udec.cl+2repositorio.inia.gob.pe+2repositorio.inia.gob.pe+2>
- Elizondo, J., Boschini, C. (2020). Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomíameso Americana*, 12(2), 181-187.

- España Angulo, A. J. (2018). *Comercialización de maíz Zea mays L. en el cantón Chone provincia de Manabí*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.
- García, D. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Grande, C., Orozco, B. (2020). Producción y procesamiento del maíz. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11(1), 97- 110.
- Lida, G. (2022). *Beneficios del uso de bioestimulantes*.
<http://www.lidaplantresearch.com/es/bioestimulantes/s7i1>
- Martínez Gutiérrez, A. (2019). *Ecofisiología, producción y calidad de híbridos de maíz (Zea mays L.) a la aplicación foliar de aminoácidos y extractos de algas en Valles Altos de México* (Tesis de doctorado). Universidade Federal de Viçosa.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2024). *Informe sobre la producción y déficit de maíz en Ecuador*.
- Muñoz, C. (2020). *Propuesta técnica para el cultivo de hortalizas tomate -pimentón - habichuela –pepinillo*. 2^a Ed. Co, Pag. 14
- Murillo Zúñiga, S. I. (2017). Efectos de la fertilización orgánica edáfica y foliar, en el cultivo de maíz (Zea mays) en la zona de Babahoyo (Tesis de ingeniería). Universidad Técnica de Babahoyo].
<https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3113DSpace> UTB+1Repositorio Universidad de Guayaquil+1
- Pinzón, R. (2021). *Manual para el cultivo de hortalizas, aspectos de carácter general*. PRODUMEDIOS ISBN: 978-958-8829-18-0 Primera edición. Pag. 121, 136.
- Rodríguez, Víctor A.; Cabrera Brunetti, Silvia C.; Martínez, Gloria C.; Chabbal, Marco D.; Mazza, Silvia Matilde. (2021). Fertilización foliar con zinc y manganeso en huertos de naranjo ‘VALENCIA LATE’. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 100-105.
- Trinidad, A. y Aguilar, D. (2021). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255.
- Valagro. (2021). *Valagro: un proceso de investigación y desarrollo en constante crecimiento*. <https://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/>
- Villa, M. (2019). *Bioestimulantes y Agricultura*. Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Murcia, Esp. Pág. 7.

- Villalva Bravo, Á. J., & Villalva Bravo, E. R. (2012). *Evaluación del efecto de la aplicación de dos bioestimulantes en la producción de seis híbridos de maíz (Zea mays) en la zona de Quevedo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
- Villar Gonzáles, E. (2017). Fertilización foliar con micronutrientes en el rendimiento del maíz (Zea mays L.) híbrido XB-8010, en Tulumayo (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/7efd96fe-5984-43fe-8367-c29fcb72b065> Repositorio UNAS
- Zepeda-Bautista, R., Carballo-Carballo, A., Alcántar-González, G., Hernández-Livera, A., & Hernández-Guzmán, J. A. (2001). Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de semilla de cruza simples en maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(3), 211–218. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1300>