

Artículo Original

Producción de Maíz (*Zea Mays* L) por Aplicación de Bioestimulantes

Production of Corn (*Zea Mays* L) by Application of Biostimulants

***Andrés José Armadans Rojas¹**, **Alfredo Quintana Troche¹**, **Aldo Andrés Ortiz Alfonso¹**, **Miguel Rojas Barrios¹**

¹Universidad San Carlos. Asunción, Paraguay

RESUMEN

Hoy en día se busca alternativas de fertilización combinada para los cultivos con el fin de lograr mayores rendimientos de granos, en la búsqueda de las opciones se encuentra la aplicación de bioestimulantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del maíz Bt (*zea mays*) con utilización de bioestimulantes. El experimento se realizó en el distrito de Eusebio Ayala, Departamento de Cordillera, cuyas coordenadas son Latitud 25°27'37" S- longitud 56°51'19" W. Se utilizaron 4 tratamientos constituidos por T1= testigo absoluto, T2= 20 ml de bioestimulante, T3= 30 ml de bioestimulante y T4= 40 ml de bioestimulante, con 4 repeticiones totalizando 12 unidades experimentales. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA). Se evaluaron la altura de planta, longitud de mazorca, peso de 1000 granos y rendimiento (kg/ha) fueron influenciados por la aplicación de bioestimulante encontrándose diferencia estadística en el ANAVA. El tratamiento T4 (40 ml. de bioestimulante) presento mayor altura de planta (2.2 m) y longitud de espiga con 22,46 cm. Ya en el peso de 1000 granos y el rendimiento, los tratamientos T3 (30 ml de bioestimulante) y el T4 (40 ml de bioestimulante) presentaron el mayor valor.

Palabra clave: Maíz transgenico BT, bioestimulante. rendimiento de granos.

ABSTRACT

Nowadays, combined fertilization alternatives are being sought for crops in order to achieve higher grain yields. In the search for options, the application of biostimulants is found. The objective of this work was to evaluate the yield of Bt corn (*zea mays*) with the use of biostimulants. The experiment was carried out in the district of Eusebio Ayala, Department of Cordillera, whose coordinates are Latitude 25°27'37" S - longitude 56°51'19" W. 4 treatments were used consisting of T1 = absolute control, T2 = 20 ml of biostimulant, T3 = 30 ml of biostimulant and T4 = 40 ml of biostimulant, with 4 repetitions totaling 12 experimental units. The design used was randomized complete blocks (DBCA). Plant height, ear length, weight of 1000 grains and yield (kg/ha) were evaluated and were influenced by the application of biostimulant, finding a statistical difference in the ANAVA. Treatment T4 (40 ml of biostimulant) presented greater plant height (2.2 m) and spike length with 22.46 cm. Already in the weight of 1000 grains and yield, treatments T3 (30 ml of biostimulant) and T4 (40 ml of biostimulant) presented the highest value.

Keyword: Corn, Biostimulant. Height. Length. Weight.

***Autor correspondiente:** **Andrés José Armadans Rojas.** Universidad San Carlos. Asunción, Paraguay. Email: andresarm@hotmail.com

Fecha de recepción: marzo 2025. Fecha de aceptación: mayo 2025

Editora responsable: Graciela María Patricia Velázquez de Saldivar¹. Universidad del Cono Sur de las Américas, UCSA.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cereales más sembrados en el mundo, y en Paraguay ocupa el 2do lugar de área sembrada luego de la soja, es utilizado para alimentación humana, animal, etc.

Hoy en día se busca alternativas de fertilización combinada para los cultivos con el fin de lograr mayores rendimientos de granos, en la búsqueda de las opciones se encuentran las distintas aplicaciones de fertilizantes de composición química y bioestimulantes de crecimiento. La utilización de bioestimulantes puede promover un aumento en la productividad de los cultivos mediante la mejora en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés abiótico y mejora de las características agronómicas del cultivo, estas combinadas con una aplicación correcta según el análisis de suelo en nuestro cultivo de maíz podría lograr óptimos resultados.

En los últimos años, el uso de bioestimulantes, ha sido una estrategia dentro del programa de fertilización como complemento a la fertilización aplicada al suelo según (Zamudio *et al.*, 2018). En los últimos años los estudios sobre los efectos de bioestimulantes se han intensificado en diferentes cultivos (Du Jardin, 2015), pero la mayor parte de la investigación se reporta en cultivos hortícolas y bajo condiciones de invernaderos (Grabowska *et al.*, 2012; Mattner *et al.*, 2013; Petrozza *et al.*, 2013), son muy pocos estudios asociados al cultivo de maíz (Quezada *et al.*, 2015; Tejada *et al.*, 2018; Zamudio *et al.*, 2018).

El uso de bioestimulantes orgánicos en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de altos rendimiento, donde el objetivo generalmente es suplir los requerimientos nutricionales en épocas críticas (caso micronutrientes esenciales), acortar o retardar ciclos en la planta e inducir etapas específicas fenológicas, además, de que contrarrestan condiciones de estrés en la planta. (Suquilanda, M. 1996).

Además el mismo autor comenta que aporte genético en etapas productivas y nutrición foliar, encaminadas a mejorar directamente los procesos de absorción, transporte y transformación de los nutrientes en la hoja, tallos o frutos, donde se aprovecha los mecanismos de toma pasiva y activa que ocurre en estos órganos, las concentraciones en la aplicación de estos bioestimulantes orgánicos pueden variar entre 25% a 10% y dependen de la técnica, el nutriente y la frecuencia de aplicación, bien sea para activar o retardar procesos fisiológicos específicos, principalmente en el rendimiento (raíz, ápices, foliares y yemas) o para contrarrestar demandas energéticas en el desarrollo del cultivo.

Los bioestimulantes se definen como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales. Son moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de la planta. (Gallardo, 1998). Ya Lima (2000) los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (Raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el stress (Fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros). Son complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento; que se ofrecen en el mercado con la finalidad de hacer más eficientes los sistemas agrícolas productivos. (Epuin, 2004).

Estos productos tienen como cualidades estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumento en el rendimiento. Son sustancias que, a pesar de no ser un nutriente, pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicado en cantidades pequeñas genera un

impacto positivo en la germinación, desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y desarrollo de frutos. (Saborio 2002).

Además, son energizantes reguladores de crecimiento que incrementan a la vez los rendimientos, ayudando a la fotosíntesis, floración, desarrollo de yemas, espigas, fructificación y maduración más temprana. (Velasegú, 1997).

A pesar de que en otros países se llevan a cabo trabajos de investigación en el cultivo de maíz para observar la respuesta de rendimiento en función de la aplicación de bioestimulantes (Quezada *et al.*, 2005; Gazola *et al.*, 2014; Galindo *et al.*, 2015

La aplicación de bioestimulantes en los momentos críticos de crecimiento y desarrollo de la planta favorece el potencial productivo de los híbridos evaluados. En la aplicación de los bioestimulantes el rendimiento de grano incrementó del orden de 0.9 a 1.3 t ha⁻¹. La fácil asimilación por los complejos de los aminoácidos es responsable del aumento en el rendimiento de grano. En este sentido, los bioestimulantes foliares resulta una alternativa en la fertilización complementaria para incremento de producción en el cultivo de maíz (Martínez-Gutiérrez, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el distrito de Eusebio Ayala Departamento de Cordillera, durante los meses de enero hasta mayo del 2023, cuyas coordenadas son Latitud 25° 27' 37" S- longitud 56° 51' 19" W.

El análisis de suelo arrojó un nivel crítico en contenido de fósforo, nivel bajo en calcio, magnesio y potasio, pH de 5,60 y el porcentaje de materia orgánica baja de 0,89. Se aplicó cal agrícola dolomítica al 70% de PRNT según análisis de suelo recomendación de 2.000 kg/ha

La población estuvo compuesta de 950 plantas en un área total de 240m². de 24 metros de largo y 10 metros de ancho con 4 tratamientos y 5 repeticiones totalizando 20 unidades experimentales, por unidad experimental se tuvo 47 plantas. La distancia de plantas fue de 20cm y 60 cm entre hileras. La distancia entre bloques fue de 1 metro.

Las variables de medición fueron altura de la planta, peso de las mil semillas, longitud de la mazorca en cm, rendimiento en kg por hectárea.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos T1 Testigo absoluto; T2 20 ml de bioestimulantes con combinación química, T3 30 ml de bioestimulantes con combinación química y cinco repeticiones cada una, totalizando 20 unidades experimentales.

Se realizó la preparación de suelo con una arada liviana con tractor, luego se realizó la siembra. Se procedió al monitoreo de las parcelas en forma constante, se aplicaron los cuidados culturales y fitosanitarios para el control de maleza, insectos y enfermedades. La aplicación del bioestimulante se aplicó a los 20 días después de la siembra (DDS) y la segunda aplicación a los 40 DDS

La cosecha fue realizado manualmente a los 120 días después de la siembra y registrada en planillas habilitadas para el efecto, separando cada tratamiento por medio de bolsas enumeradas (T1, T2, T3), teniendo cuidado de no mezclar las mazorcas de un tratamiento con otro. Posteriormente, fue llevado al lugar de almacenamiento donde se realizaron las mediciones correspondientes.

Para el análisis de las variables de medición, los datos fueron recolectados de la siguiente manera: Altura de la planta: se procedió a medir desde el suelo hasta la punta de la inflorescencia y expresados en metros. Peso de las mil semillas: para el peso de mil semillas fue evaluado una vez que el cultivo llegó a su ciclo y se procedió a la cosecha, trillado y pesaje. Los resultados fueron expresados en gramos. Longitud de la mazorca cm: se tomaron 10 mazorcas, de la parte central de las hileras los cuales fueron medidos con una cinta métrica para la obtención

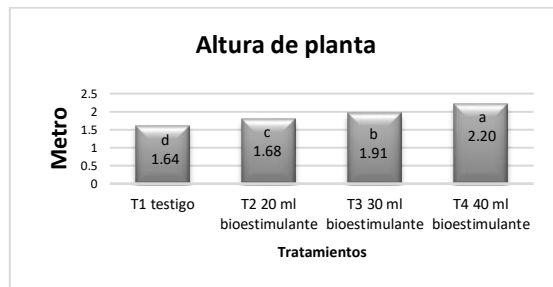
del promedio. El rendimiento fue evaluado después de la cosecha con el trillado de las 3 hileras centrales de cada unidad experimental, los resultados fueron expresados en Kg por hectarea.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) para determinar las medias de los tratamientos y los bloques, los resultados fueron sometidos al test de Tukey al 5% de probabilidad de error para la comparación de medias; para ello, se empleó el programa estadístico INFOSTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta.

En el Gráfico 1 se presentan los resultados de la altura de la planta en función de la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante.



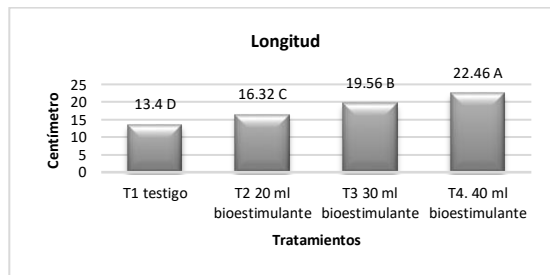
(*) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos según la prueba de Tukey. CV 4,46

Gráfico 1: Altura de planta (m.)

Se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (40 ml. de bioestimulante) presentó la mayor altura de planta con 2,2 m. siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Esto se debe a que los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (Raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el stress (Fitosanitarios, enfermedades, frio, calor, entre otros). (Lima, 2000).

Longitud de espiga (cm)

Se puede observar en el Gráfico 2 que el tratamiento T4 (40 ml de bioestimulante) fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con un valor de 22,46 cm.



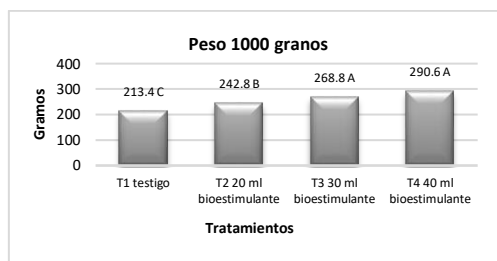
(*) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos según la prueba de Tukey. CV 8,50

Gráfico 2: Longitud de espiga (cm)

Esto se debe a que los bioestimulante proporcionan los nutrientes esenciales para un buen desarrollo de la espiga. Concuera con lo dicho por Epuin, (2004) que los bioestimulantes son complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento; que se ofrecen en el mercado con la finalidad de hacer más eficientes los sistemas agrícolas productivos.

Peso de 1000 granos (gr)

En el Gráfico 3, se puede observar que hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos.



(*) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos según la prueba de Tukey. CV 4,57

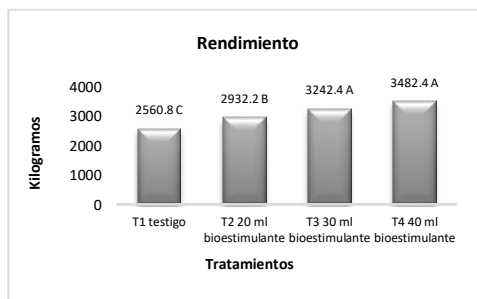
Gráfico 3: Peso de 1000 granos (gr).

Los tratamientos T3 (30 ml de bioestimulante) y el T4 (40ml de bioestimulante) presentaron diferencias estadísticas con los demás tratamientos, siendo las medias de 268,8 gr y 290,6 gramos respectivamente, esto se debería aun mayor y mejor calidad de grano.

Se caracterizan principalmente por ayudar a las plantas a la absorción y utilización de nutrientes, obteniendo plantas más robustas que permiten una mayor producción y mejor calidad de cosechas. Además, son energizantes reguladores de crecimiento que incrementan a la vez los rendimientos, ayudando a la fotosíntesis, floración, desarrollo de yemas, espigas, fructificación y maduración más temprana. (Velasquí, 1997).

4.4. Rendimiento kg/ha

En el Gráfico 4, se puede observar que hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos.



(*) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos según la prueba de Tukey. CV 4,84

Gráfico 4: Rendimiento de granos kg/ha.

Los tratamientos T3 (30 ml de bioestimulante) y el T4 (40ml de bioestimulante) presentaron diferencias estadísticas con los demás tratamientos, siendo las medias de 3.242,4 kg/ha y 3.482,4 kg/ha gramos respectivamente.

Este resultado concuerda con lo comentado por Saborio (2002) que estos productos tienen como cualidades estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumento en el rendimiento. Son sustancias que, a pesar de no ser un nutriente, pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicado en cantidades pequeñas genera un impacto positivo en la germinación, desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y desarrollo de frutos.

CONCLUSIONES

Se observó la influencia de la aplicación de bioestimulante sobre las variables estudiadas. El tratamiento T4 (40 ml. de bioestimulante) presentó mayor altura de planta (2.2 m) y longitud de espiga con 22,46 cm. Ya en el peso de 1000 granos y el rendimiento, los tratamientos T3 (30 ml de bioestimulante) y el T4 (40 ml de bioestimulante) presentaron el mayor valor.

Contribución de autores: Andrés José Armadans Rojas, investigador principal, participo en todas las etapas del proyecto, redacción del artículo Aldo Andrés Ortiz Alfonso, Romina, participo en todas las etapas del proyecto, redacción del artículo, Quintana Troche, participo desde la elaboración del proyecto hasta la finalización del experimento de campo, participó en el análisis de datos, y Miguel Rojas Barrios, realizó el análisis estadístico de los datos y ayudó en la redacción del artículo.

Financiamiento: Los autores.

Conflicto de interés: Sin conflicto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 1(196):3-14. Doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021.
- Epuin, A. 2004. Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX región. Pp 55-6.
- Gallardo, R. 1998. Efectos de bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento del melón en la región metropolitana. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad Santo Tomas. pp 85.
- Galindo, S. F.; Nogueira, M. L.; Bellote, J. L. M.; Gazola, R. N.; Alves, C. J. And Teixeira, F. M. C. M. 2015. Desempenho agrônomo de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. *Tecnol. Ciên. Agropec.* 1(9):13-19.
- Gazola, D.; Zucarelli, C.; Silva, S. R. And Fonseca, C. B. I. 2014. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 1(18):700-707.
- Grabowska, A.; Kunicki, E.; Sekara, A.; Kalisz, A. And Wojciechowska, R. 2012. The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its quality. *Veg. Crops Res. Bull.* 1(77):37-48.
- Martínez-Gutiérrez, A; Zamudio-González, B; Tadeo-Robledo, M; Espinosa-Calderón, A; Cardoso-Galvão, J Y Vázquez-Carrillo, M 2022 Redimientde maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* vol.13 no.2 Texcoco. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2782>
- Mattner, S. W.; Wite, D.; Riches, D. A.; Porter, I. J. And Arioli, T. 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol. Agric. Hortic.* 4(29):258-270.

- Petrozza, A.; Summerer, S.; Di-Tommaso, G.; Di-Tommaso, D. And Piaggese, A. 2013. Evaluation of the effect of Radifarm® treatment on the morpho-physiological characteristics of root systems via image analysis. *Acta Hortic.* 1009(18):149-153.
- Quezada, J. C.; Lenssen, A. W.; Moore, K. J.; Sawyer, J. E. And Summer, P. 2015. Amino acid biosynthesis byproducts are a suitable source of nitrogen for corn production. *Field Crop. Res.* 1(184):123-132.
- Lima, C. 2000. Conjunto tecnológico para la producción de berenjena.
- Saborio, F. 2002. Bioestimulante en fertilización foliar. *Fertilización foliar, principios y aplicaciones.* Costa rica. Pp. 111-27.
- Suquilanda, M. 1996. El uso de bioestimulantes en la agricultura.
- Velasegui, R. 1997. Formulaciones naturales y sustancias orgánicas y minerales para control sanitario. Ecuador. Pp. 110-130.
- Tejada, M.; Rodríguez, M. B. P. P. And Parrado, J. 2018. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield. *Eur. J. Agron.* 1(96):54-59.
- Zamudio, G. B.; Félix, R. A.; Martínez, G. A.; Galvão, C. J. C.; Espinosa, C. A. Y Tadeo, R. M. 2018. Producción de híbridos de maíz con urea estabilizada y nutrición foliar. *Rev. Mex. Cien Agríc.* 6(9):1231-1244.