

Efecto de Radix[©] y Boost[©] en la Productividad y Calidad del Cultivo de Cebolla variedad Hornet

J. G. Uresti-Porras¹, L.A. Sumuano-Barragán¹, F. Flores-García² y D.M. Garza-García^{2*}

Universidad Autónoma de Nuevo León,

¹Facultad de Agronomía. Av. Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Canada, 66050, General Escobedo, N.L. México

²Facultad de Ciencias Biológicas

Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. México. 66455.

* misael.garzagr@uanl.edu.mx

Resumen

Las microalgas y cianobacterias son microorganismos fotosintéticos de gran relevancia por sus múltiples aplicaciones debido a su amplia capacidad de sintetizar múltiples compuestos de alto valor como aminoácidos, polisacáridos, vitaminas, antioxidantes y promotores naturales del crecimiento vegetal. Recientemente las microalgas y cianobacterias han sido aprovechadas como una novedosa estrategia para la formulación de productos como bioestimulantes para la agricultura debido a su capacidad de promover cultivos más sanos y productivos. El cultivo de cebolla en México es una importante actividad económica, siendo además parte importante de la gastronomía del país. Sin embargo, a pesar de ser un cultivo de importancia actualmente enfrente diversos retos en materia ambiental que ponen en riesgo su producción. La integración de bioestimulantes basados en microalgas y cianobacterias en los sistemas agrícolas representa un avance significativo hacia prácticas agrícolas más ecológicas y sostenibles.

Palabras clave: Microalgas, cianobacterias, bioestimulante, agricultura, cebolla

Abstract

Microalgae and cyanobacteria are photosynthetic microorganisms of great relevance for their multiple applications due to their broad capacity to synthesize multiple high-value compounds such as amino acids, polysaccharides, vitamins, antioxidants and natural plant growth promoters. Recently, microalgae and cyanobacteria have been used as a novel strategy for the formulation of products as biostimulants for agriculture due to their ability to promote healthier and more productive crops. Onion cultivation in Mexico is an important economic activity, and is also an important part of the country's gastronomy. However, despite being an important crop, it currently faces various environmental challenges that put its production at risk. The integration of biostimulants based on microalgae and cyanobacteria in agricultural systems represents a significant advance towards more ecological and sustainable agricultural practices.

Keywords: Microalgae, cyanobacteria, biostimulant, agriculture, onion

Introducción

La seguridad alimentaria es uno de los grandes retos que enfrenta la civilización moderna. Para el 2030 más de 840 millones de habitantes en el planeta serán severamente afectados por la hambruna. A pesar de la apremiante necesidad de producir mayor cantidad de alimentos, cada vez se cuenta con menos disponibilidad de recursos (Kumar *et al.*, 2022).

Los fertilizantes sintéticos como el Nitrógeno, Fosforo y Potasio son aplicados en cantidades desmedidas con la finalidad de incrementar la producción agrícola, sin embargo, tan sólo es aprovechado por la planta entre un 30 a 40%, mientras que la acumulación excesiva de fertilizantes en los suelos es responsable de severos daños, generando impactos negativos en la estructura físico-química del suelo, eliminación de microorganismos benéficos, pérdida de la fertilidad, acumulación de metales pesados y compuestos

inorgánicos en el suelo (Sharma *et al.*, 2021). Los bioestimulantes son un nuevo enfoque que coadyuva a incrementar la productividad agrícola de manera más sostenible. Los bioestimulantes a base de microalgas y cianobacterias son una opción más limpia y segura para incrementar la producción agrícola debido a su amplia y variada presencia de compuestos de alto valor nutricional que favorecen un mayor efecto enraizador, incremento en la absorción de nutrientes, mayor germinación, así como una mayor tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico (Shedeed *et al.*, 2022). Recientemente, la *Spirulina* spp ha tomado gran relevancia debido a la presencia de moléculas bioactivas como polisacáridos, fitorregulares, vitaminas, antioxidantes, así como moléculas con propiedades antifúngicas y antibacterianas. Así mismo, la incorporación de *Spirulina* spp en la formulación de productos como bioestimulantes favorecen un mayor desarrollo, así como una capacidad de respuesta más robusta para hacer frente a los efectos de estrés biótico y abiótico (Hlima *et al.*, 2019). En el Estado de Nuevo León, México, la empresa de agrobiotecnología GEXUS© líder en el uso y aplicación de microalgas cuenta con tecnología única desarrollada tras una década de investigación y desarrollo con bioestimulantes a base microalgas para el incremento de la productividad agrícola de forma limpia y

sostenible (Miranda *et al.*, 2024). Actualmente en México, el cultivo de cebolla es la tercera hortaliza de mayor producción representando hasta el 9.3% de la producción nacional de hortalizas con una producción en el 2020 de un millón 499 mil 740 toneladas, siendo el Estado de Chihuahua con la mayor entidad en producción a nivel nacional con 21.6% (SIAP, 2021). Sin embargo, a pesar de su relevancia, el cultivo de cebolla enfrenta retos en temas de productividad como cambios en las condiciones climáticas, estrés hídrico, mayor presencia de plagas y pérdida de fertilidad en los suelos. En este estudio se evaluó los resultados de las aplicaciones de los bioestimulantes RADIX© y BOOST© de la empresa GEXUS© en cultivos de cebolla variedad Hornet en el municipio de Parras, Coahuila, México.

Material y métodos

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en el rancho San Jorge ubicado en el municipio de Parras, Coahuila, México. La ubicación del área del estudio presenta una altitud de 1007 msnm. Las evaluaciones se realizaron el 19 de abril del 2024. El municipio de Parras se caracteriza por un clima seco semicálido durante la mayor parte del año, mientras que la temporada de lluvias comprende los meses de junio a septiembre, con una temperatura promedio de 25°C.

Datos del cultivo

Cultivo de cebolla (*Allium cepa*) variedad Hornet. Establecido por siembra directa, una densidad de población de 200,000 plantas por hectárea con 4 hileras por surco.

Tratamiento

En la Tabla 1 se muestra la frecuencia de aplicación del tratamiento con una frecuencia de cuatro aplicaciones de BOOST© y cuatro aplicaciones RADIX© de la empresa GEXUS© vía suelo cada quince días.

Toma de variables

El cultivo de cebolla se encuentra distribuido en surcos en donde se realizaron las tomas de datos basado en un muestreo de cuadrante en lugares representativos,

Tabla 1. Frecuencia y aplicaciones de los bioestimulantes a base de microalgas de la empresa GEXUS®.

Marca	Función	Dosis	Frecuencia	Aplicación
BOOST®	Activa los sistemas naturales de defensa, favoreciendo una mayor resistencia ante ataque de fitopatógenos. Así mismo, coadyuva y acelera el proceso de recuperación ocasionado por efectos de estrés biótico y abiótico, permitiendo restaurar la homeostasis celular y por ende restablecer la fisiología.	0.5L	4 aplicaciones quincenales	Suelo
RADIX®	Coadyuva al desarrollo y fortalecimiento del sistema radicular a través de una solución nutritiva balanceada con macro y micronutrientes, integrando una alta concentración de compuestos bioactivos. Posee actividad con acción inhibitoria de patógenos en el sistema radicular y fortalecimiento de los sistemas de defensa de las plantas.	0.5L	4 aplicaciones quincenales	Suelo

seleccionando puntos de muestreo en las partes centrales de los tratamientos (surcos) para así evitar afectaciones en las mediciones con algún factor biótico o abiótico externo que se pudieran presentar al encontrarse en los límites del área del tratamiento.

Evaluación de variables agronómicas

En el presente estudio, no se emplearon análisis estadísticos formales. Las comparaciones entre el área de tratamiento y el área testigo con los bioestimulantes se realizaron utilizando mediciones porcentuales. Este enfoque descriptivo permite evaluar de manera preliminar el impacto de los bioestimulantes en diversas variables de interés. Las diferencias observadas se expresaron en términos de porcentajes para proporcionar una visión inicial del efecto del tratamiento, en el peso de bulbo, diámetro, altura de bulbo y peso de tallo. Se emplearon 12 plantas por tratamiento las cuales se extrajeron del suelo de manera manual y aleatoria teniendo cuidado de no dañar la planta, por lo que se extrajeron con tierra y raíz (cepellón) posteriormente se sumergieron en agua para disminuir la cantidad de sustrato adherido al bulbo, posteriormente se realizó la medición de las variables de diámetro y altura del bulbo, utilizando una flexómetro de bolsillo de la marca Truper® y una báscula digital de la marca Gavedad Wuanpu® fue empleada para la medición del peso de bulbo y tallo. En la Figura 1 se pueden observar ejemplares del cultivo realizado.

Resultados y discusión

Los resultados presentados en la Tabla 2 muestran el impacto de la aplicación de los bioestimulantes BOOST® y RADIX® a base de microalgas en el cultivo de cebolla en comparación con el tratamiento testigo. El peso del bulbo es una de las métricas clave en la evaluación del rendimiento de cebolla. Los bulbos tratados con los bioestimulantes a base de microalgas mostraron un peso promedio de 465.80 g, lo que representa un incremento de 47.36 g (11%) en comparación con el tratamiento testigo. Este aumento significativo sugiere que el bioestimulante a base de microalgas favorece la acumulación de biomasa en el bulbo, posiblemente debido a una mejora en la eficiencia fotosintética y en la absorción de nutrientes.

En contraste con el peso del bulbo, el peso del tallo en las plantas tratadas con los bioestimulantes a base de microalgas fue ligeramente menor que en el testigo, con una diferencia de -4.32 g (-2%). Aunque esta reducción es pequeña, podría indicar una redistribución de recursos hacia el bulbo, promoviendo un mayor desarrollo de esta parte de la planta a expensas del tallo.

El peso fresco total, que incluye tanto el bulbo como el tallo, fue mayor en las plantas tratadas con la bioestimulación de microalgas, con un incremento de 18.88 g (3%) en comparación con el testigo. Este resultado refuerza el planteamiento de que el bioestimulante mejora el crecimiento general de la planta, aunque el efecto sea más pronunciado en el bulbo.

Tabla 2. Diferencias entre los tratamientos de los bioestimulantes a base de microalgas y testigo.

Variables agronómicas	Testigo (g)	GEXUS® (g)	Diferencia (g)	Aumento (%)
Peso bulbo	418.44 ± 0.02	465.80 ± 0.03	47.36	11.31%
Peso tallo	224.92 ± 0.01	220.60 ± 0.01	-4.32	-1.92%
Peso fresco total	643.36 ± 0.03	686.40 ± 0.04	43.04	6.69%
Diámetro de bulbo	31.16 ± 0.65	33.18 ± 1.01	2.016	6.47%
Largo tallo	87.02 ± 1.07	91.05 ± 1.30	4.03	4.63%
Altura de bulbo	8.532 ± 0.16	9.57 ± 0.25	1.03	12.16%

El diámetro del bulbo es otro indicador importante del tamaño y la calidad del bulbo. Los bulbos tratados con los bioestimulante a base de microalgas presentaron un diámetro promedio de 33.18 mm, lo que representa un aumento de 2.016 mm (6%) en comparación con el testigo. Este incremento en el diámetro del bulbo puede estar asociado con un mejoramiento en las condiciones de crecimiento y una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales.

El largo del tallo también se vio beneficiado con el tratamiento, con un aumento de 4.03 mm (5%) en comparación con el testigo. Aunque el aumento no es tan significativo como en otras variables, sugiere que el bioestimulante contribuye al alargamiento del tallo, posiblemente mejorando la robustez y la capacidad de soporte de la planta.

Así mismo, la altura del bulbo mostró un incremento notable en las plantas tratadas, con un aumento de 1.03 mm (12%) en comparación con el testigo. Este aumento en la altura del bulbo puede estar relacionado con una mayor acumulación de reservas en el bulbo, lo cual es beneficioso para la calidad y el rendimiento del cultivo.

El tratamiento con el bioestimulante a base de microalgas de la línea de bioestimulantes FITMAXI® de la empresa GEXUS® ha demostrado ser efectivo en mejorar varias características importantes del cultivo de cebolla. El aumento en el peso y diámetro del bulbo, junto con la mejora en el peso fresco total y la altura del bulbo, sugieren que la bioestimulación a base de microalgas puede ser una herramienta valiosa para los agricultores que buscan aumentar la productividad y calidad

de sus cultivos. La ligera reducción en el peso del tallo y el modesto incremento en el largo del tallo no parecen tener un impacto negativo significativo y pueden ser considerados dentro de las variaciones normales de crecimiento. Estos resultados son concordantes con investigaciones en las cuales se evidencia la capacidad de las microalgas de impulsar de manera favorable las variables agronómicas de cultivos de cebolla (El-Sayed, 2018; Gemin *et al.*, 2019).

Conclusiones

El estudio demuestra que el uso del bioestimulante a base de microalgas, mejora porcentualmente el rendimiento del cultivo de cebolla en comparación con el tratamiento testigo. Las plantas tratadas con RADIX® y BOOST® presentaron un incremento notable en el peso y diámetro del bulbo, así como en el peso fresco total y la altura del bulbo. Estos resultados indican que la bioestimulación a base de microalgas favorece la acumulación de biomasa y optimiza la redistribución de recursos en la planta, promoviendo un mayor desarrollo del bulbo sin afectar negativamente otras partes de la planta. Además, el uso de bioestimulantes a base de microalgas contribuye a una agricultura más sostenible al reducir la dependencia de fertilizantes químicos y mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes. Por tanto, no solo se aumenta la productividad y calidad del cultivo de cebolla, sino que también contribuye a fortalecer prácticas agrícolas sostenibles, alineándose con los objetivos de la agricultura moderna de producir más con un menor impacto ambiental.



Figura 1. Medición de las variables agronómicas a partir de las muestras del tratamiento con los bioestimulantes.

Referencias

El-Sayed SAA. (2018). Effect of potassium fertilization levels and algae extract on growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). Middle East J 7:625–638

Gemin LG, Mógor ÁF, De Oliveira AJ, Mógor G. (2019). Microalgae associated to humic acid as a novel biostimulant improving onion growth and yield. Sci Hortic 256:108560. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108560>

Hlima HB, Bohli T, Kraiem M *et al.* (2019). Combined effect of *Spirulina platensis* and *Punica granatum* peel extracts: phytochemical content and antiphytopathogenic activity. Appl Sci 9:5475.

Kumar, S.; Diksha; Sindhu, SS; Kumar, R. (2022). Biofertilizers: An Ecofriendly Technology for Nutrient Recycling and Environmental Sustainability. Curr. Res. Microb. Sci. 3, 100094.

Miranda, A.M.; Hernandez-Tenorio, F.; Villalta, F; Var-

gas, GJ; Sáez, AA. (2024). Advances in the Development of Biofertilizers and Biostimulants from Microalgae. Biology 13, 199.

Sharma, GK; Khan, SA; Shrivastava, M; Bhattacharyya, R; Sharma, A; Gupta, DK; Kishore, P; Gupta, N. (2021). Circular Economy Fertilization: Phycoremediated Algal Biomass as Biofertilizers for Sustainable Crop Production. J. Environ. Manag. 287, 112295.

Shedeed ZA, Gheda S, Elsanadily S *et al.* (2022). *Spirulina platensis* biofertilization for enhancing growth, photosynthetic capacity and yield of *Lupinus luteus*. Agriculture 12:781.

SIAP. Enlace de acceso: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aporta-mexico-una-de-cada-50-toneladas-de-cebolla-que-se-consumen-en-el-mundo?idiom=es#:~:text=Con%20una%20producci%C3%B3n%20de%20un,de%20Agricultura%20y%20Desarrollo%20Rural.> (Fecha de consulta: 10/06/2024).