

Artículo original

Efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de habas (*Vicia faba*)

Effect of the use of a biostimulant based on seaweed on the growth and development of broad beans (*Vicia faba*) crops

Rossmery Fernández¹  Cristian Florida-García^{1,*}  Geison Lopez¹  Daemar Yantec¹  Barbara Más-Chávez² 

¹ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Perú.

² Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

*Autor de correspondencia:
Cristian Florida-García, email:
floridaruben124@gmail.com

Historial del artículo

Recibido: 28 de noviembre del 2024

Aceptado: 18 de marzo del 2025

Fecha de publicación: 31 de marzo del 2025

RESUMEN

En este estudio se evaluó la eficiencia de un bioestimulante a base de algas marinas sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de habas (*Vicia faba*). La investigación se realizó en condiciones controladas de invernadero y se evaluaron parámetros agronómicos como altura de la planta, número de hojas y vigor, utilizando un diseño completamente al azar con dos tratamientos (T1 con bioestimulante) y (T2 sin bioestimulante). La primera evaluación se realizó a los 11 días después de la siembra y, posteriormente se realizaron otras evaluaciones en un intervalo de 9 días. Los resultados demostraron que las plantas tratadas con bioestimulante presentaron un aumento significativo en la altura, pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de hojas ni el número de macollos. Estos hallazgos sugieren que los bioestimulantes pueden ser efectivos para promover el crecimiento vegetativo, aunque su impacto en otras características morfológicas es limitado. El uso de bioestimulantes a base de algas marinas podría ser una estrategia viable para mejorar la productividad de habas, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles.

Palabras clave: Estrés, extracto, legumbres, microorganismos, tolerancia.

ABSTRACT

This study evaluated the efficiency of a biostimulant based on marine algae on the growth and development of fava beans (*Vicia faba*). The research was carried out under controlled greenhouse conditions and agronomic parameters such as plant height, number of leaves and vigor were evaluated, using two treatments T1 and T2, one with biostimulant and one without biostimulant, the first evaluation was carried out 11 days after planting, and then other evaluations were carried out at an interval of 9 days. It was demonstrated that plants treated with the biostimulant showed a significant increase in height, while no significant differences were found in the number of leaves or the number of tillers. These findings suggest that biostimulants can be effective in promoting vegetative growth, although their impact on other morphological characteristics is limited. The use of seaweed-based biostimulants could be a viable strategy to improve bean production, promoting more sustainable agricultural practices.

Keywords: Stress, extract, legumes, microorganisms, tolerance.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de prácticas agrícolas sostenibles ha impulsado el interés en el uso de bioestimulantes naturales, como los extractos de algas marinas, para mejorar el crecimiento y desarrollo de diversos cultivos (Pacheco Flores-de-Valgaz et al., 2024). Estos se definen como sustancias naturales o microorganismos que, al ser aplicadas a las plantas, semillas o en la rizosfera, promueven su crecimiento, mejoran la eficiencia en la tolerancia al estrés y contribuyen a la calidad de las cosechas.

Su clasificación depende de las fuentes principales de origen, que incluye ácidos húmicos y fúlvicos, hidrolizados de proteínas, biopolímeros, extractos de algas y botánicos, hongos y bacterias benéficas, entre otros (Alejandro Espinosa-Antón et al., 2020). Los extractos de algas marinas se vienen produciendo comercialmente desde la década de 1980 y actualmente representan más del 33% del mercado mundial de bioestimulantes vegetales (El Boukhari et al., 2020). Son ampliamente aceptados en la agricultura ya que se consideran insumos ecológicos biodegradables, no tóxicos y seguros tanto para la salud humana como

animal. Estos extractos se obtienen a partir de la biomasa de algas marinas recolectadas directamente de las costas (Alejandro Espinosa-Antón et al., 2020).

En la actualidad, estos extractos son utilizados de manera generalizada como bioestimulantes para las plantas ya que las ayudan a tolerar condiciones ambientales adversas como la salinidad, favorecen su crecimiento y mejoran la calidad nutricional de los cultivos (Krid et al., 2023). Y según refiere Bentley et al. (2020) pueden ser aplicados mediante pulverización foliar, inmersión o integrarse en sistemas de riego a efectos de favorecer el desarrollo de raíces, brotes y la producción de frutos (Bentley et al., 2022).

Su origen se remonta al norte de África, desde donde se expandió hacia diversas regiones del mundo gracias a su resistencia a climas secos y fríos, características que las hicieron populares en diversas regiones como los Valles Altos de México (El Poder Del Consumidor, 2017), y el Perú durante la época colonial. En este último, se adaptó adecuadamente a las condiciones climáticas de la sierra andina, llegando así a convertirse en una fuente importante de alimento y en un medio natural para enriquecer el suelo mediante la fijación de nitrógeno atmosférico (Ferro Horque, 2004). De esta manera, como señala Morales et al. (2016) este cultivo domesticado hace 7,500 años como parte del “paquete neolítico”, ha aportado significativamente a prácticas agrícolas sostenibles, mejorando tanto la dieta local como la fertilidad del suelo en la región andina.

Asimismo, estas legumbres poseen un gran valor nutricional y bioactivo, con una diversidad genética que se refleja en su composición. Esto quiere decir que, además de su resistencia y adaptabilidad, las habas poseen una amplia gama de compuestos nutritivos y antioxidantes que varían según el genotipo, color de semilla y peso. Además, las variedades cultivadas destacan por sus niveles de ácidos grasos y propiedades antioxidantes, mientras que las silvestres son una fuente valiosa de fibra, saponinas y otros compuestos beneficiosos. Y, conforme destaca Choi et al. (2024), dentro de todas ellas, las habas de color marrón gozan de particular interés ya que son ricas en ácidos grasos insaturados y antioxidantes, lo que las convierte en un recurso genético prometedor para la industria alimentaria.

Sin embargo, más allá de su valor nutricional, las habas también esconden un tesoro bioactivo. Investigaciones, como las de Weijzen et al. (2023), han identificado en estas legumbres un péptido llamado NPN-1 que posee un gran potencial para mejorar la salud humana, en especial la salud muscular. Este ha demostrado la capacidad de estimular la síntesis de proteínas, reducir su degradación y mitigar la inflamación, lo que lo convierte en un candidato prometedor para combatir la pérdida muscular asociada al envejecimiento y a condiciones como la inmovilización.

Actualmente, el cultivo de habas enfrenta desafíos de rendimiento debido a la limitada disponibilidad de nutrientes en suelos degradados. Por ello, en la búsqueda de aumentar su producción evitando el uso excesivo de fertilizantes químicos, los bioestimulantes agrícolas como los extractos de algas marinas han despertado notable interés en la agricultura moderna debido

a su capacidad para mejorar el crecimiento vegetal y la tolerancia al estrés. Su contenido goza de una rica mezcla de nutrientes, hormonas vegetales y compuestos bioactivos que promueven el desarrollo de las raíces, aumentan la absorción de nutrientes, fortalecen el sistema inmunológico de las plantas y mejoran su capacidad para resistir condiciones adversas, como la salinidad y las fluctuaciones de temperatura (Mooney & van Staden, 1986; Sangha et al., 2014).

Estudios recientes, como los de Alejandro Espinosa-Antón et al. (2020), han confirmado la eficacia de los bioestimulantes a base de algas marinas en mejorar el rendimiento de los cultivos. Verbigracia, la combinación de nanopartículas de óxido de zinc y quitosano con extractos de algas marinas ha demostrado ser particularmente efectiva en mitigar los efectos del estrés hídrico en cultivos de frijol, aumentando la biomasa, la producción de frutos y la eficiencia en el uso del agua.

De esta manera, debido al creciente interés en las fuentes de proteínas de origen vegetal y las bondades de los bioestimulantes a base de algas marinas, este estudio tiene como objetivo investigar los efectos de un bioestimulante a base de algas marinas en el crecimiento y desarrollo de las habas a fin de mejorar la producción de esta valiosa legumbre y sus componentes bioactivos.

En base a lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de un bioestimulante a base de algas marinas sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de habas (*Vicia faba*), buscando determinar si la aplicación de este bioestimulante puede mejorar parámetros agronómicos como la germinación, el crecimiento vegetativo y la producción de biomasa. Los resultados de esta investigación contribuirán a generar información relevante para la producción sostenible de habas, promoviendo el uso de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y mejorando la seguridad alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en el interior del campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ubicada en la provincia de Chachapoyas, región Amazonas, con coordenadas 6°14'1.91"S 77°51'9.79"O", altitud de 2483 m.s.n.m. Los ensayos experimentales se realizaron en condiciones de invernadero, bajo un ambiente controlado con temperaturas entre 18 y 24°C, humedad relativa del 30 al 50 % y una exposición adecuada a la luz solar.

Los materiales utilizados fueron: 16 maceteros de plástico de 1,5 litros de capacidad perforados en la base para permitir un buen drenaje y evitar el encharcamiento; una mezcla homogénea de suelo agrícola y humus de lombriz en una proporción de 3:1; 32 semillas de habas (*Vicia faba*); y, un bioestimulante a base de algas marinas.

Material vegetal

La especie que se usó en esta investigación fue el haba (*Vicia faba*), adquirida y cuidadosamente seleccionada por tamaños

para tener más homogeneidad en las semillas en el mercado Modelo de la ciudad de Chachapoyas. La germinación de dichas plantas fue en sustrato de suelo agrícola y humus de lombriz con proporciones de 3:1 respectivamente.

Diseño experimental

Para nuestra investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) a fin de minimizar sesgos. Asimismo, se establecieron 4 bloques, cada uno compuesto por 4 plántulas, lo que resulta en un total de 16 plántulas. Y se aplicaron 2 tratamientos: T1 (control) que no contó con el bioestimulante y T2 (tratamiento) que incluyó la aplicación del bioestimulante.

Preparación de los maceteros

Se llenó cada macetero con la mezcla de sustrato, dejando aproximadamente 3 cm desde el borde para facilitar el riego. Luego, se procedió a humedecer el sustrato previamente a la siembra para asegurar que la humedad sea adecuada para la germinación.

Siembra

Se colocaron dos semillas de habas en cada macetero a una profundidad de 3 cm. Y después de la germinación, se realizó un raleo para dejar una planta por maceta y asegurar un crecimiento uniforme sin competencia por recursos.

Variables evaluadas

Durante el desarrollo del experimento se evaluaron las siguientes variables: altura de planta (AP), número de hojas (NH) y vigor de la planta (VP).

La primera evaluación se realizó a los 11 días después de la siembra y posteriormente se realizaron otras evaluaciones en un intervalo de 9 días.

Técnicas de evaluación

Medición de Altura

Se empleó una regla graduada para medir la altura desde el cuello hasta el ápice de la planta, registrando los datos a la misma hora cada evaluación realizada.

Conteo de Hojas

Se realizó un conteo directo de las hojas presentes en cada planta en los días designados.

Evaluación de Vigor

Análisis estadístico

Se utilizó una escala cualitativa de 1 a 5 (donde 1 significa muy débil y 5 muy vigoroso) para evaluar el vigor general en función de la salud visual de la planta.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Donde se obtuvo una diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó una comparación múltiple de medias utilizando la prueba T, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software estadístico R.

RESULTADOS

Transcurridos 20 días de haber iniciado el experimento se obtuvieron los siguientes resultados:

La tabla 1 presenta los resultados promedios con su respectiva desviación estándar de un experimento en el que se compararon dos tratamientos (con y sin bioestimulante) en plantas. A partir de ellos, se pudo evidenciar que el tamaño de las plantas (tp) tratadas con bioestimulante (cb) muestran un tamaño promedio significativamente mayor en comparación con las plantas sin bioestimulante (sb), lo que sugiere que el bioestimulante ha generado un crecimiento más vigoroso en las plantas a lo largo del tiempo. Sin embargo, no se observa una diferencia clara y consistente entre los tratamientos respecto del número de hojas (nh), y en cuanto al número de macollos (nm) se observó que, aunque con cierta variabilidad las plantas tratadas con bioestimulante tienden a tener un ligero aumento. De modo que, dado que esta diferencia no es tan marcada como en la variable referida al tamaño de la planta, se puede entender que el bioestimulante podría estar promoviendo una ligera ramificación en las plantas, aunque, para confirmar esta tendencia se tendría que realizar un análisis estadístico más profundo que se presentará a continuación.

Tabla 1: efecto del bioestimulante en el desarrollo de la planta.

Tratamiento	Promedio Tamaño de Planta	Promedio Número de Hojas	Promedio Número de Macollos
Con Bioestimulante	31.69 ± 4.04	17.50 ± 5.18	1,75 ± 0.63
Sin bioestimulantes	27.06 ± 4.04	13.50 ± 5.18	1.38 ± 0.63

El gráfico (figura 1) muestra una comparación visual de tres variables, esto es número de hojas (nh), tamaño de planta (tp) y número de macollos (nm) bajo los dos tratamientos (con bioestimulante (cb) y sin bioestimulante (sb)). Cada variable se representa mediante un gráfico de caja y bigotes que permite visualizar la distribución de los datos para cada tratamiento. Así, por un lado, el tratamiento con bioestimulante (cb) presenta un rango de valores más amplio, pues cuenta con un valor atípico muy superior al resto de los datos, cuya mediana (línea horizontal dentro de la caja) se encuentra en un valor intermedio. Por otro lado, el tratamiento sin bioestimulante (sb) muestra un rango de valores más estrecho y una mediana inferior en comparación a lo antes mencionado. Esto sugiere que, en promedio, el tratamiento sb tiende a producir menos hojas.

Ahora bien, en cuanto al tamaño de plantas, el tratamiento con bioestimulante (cb) presenta una mediana ligeramente superior al tratamiento sin bioestimulante (sb), lo que indica que, en general, las plantas tratadas con el segundo tratamiento, esto es con bioestimulante, tienden a ser más grandes.

Por último, con respecto al número de macollos, el tratamiento con bioestimulante (cb) presenta una mediana similar al tratamiento sin bioestimulante (sb), con lo cual se entiende que ambos tratamientos tienen un efecto comparable en el número de macollos.

Análisis Estadístico (ANOVA): Para verificar la significancia de estos resultados se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con los siguientes hallazgos:

Respecto del tamaño de la Planta (tp): Existe una diferencia significativa entre los tratamientos ($p\text{-valor} = 0.0157 < 0.05$), con lo cual se confirma que el bioestimulante impacta positivamente en la altura de las plantas.

Respecto del número de Hojas (nh) y número de Macollos (nm): No se encontraron diferencias significativas ($p\text{-valor} > .05$), lo cual evidencia que el bioestimulante no genera un impacto considerable en estas variables.

Prueba T de Student: Se realizaron comparaciones entre los medios de las variables utilizando la prueba t de Student para evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados muestran que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los pares de comparación. En particular, la comparación entre tp y nh arrojó un estadístico t de 8.46, con un p-valor de $1.95e-09$ y un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias entre 10.52 y 17.23.

Asimismo, la comparación entre tp y nm mostró una diferencia aún mayor, con un estadístico t de 27.24, un p-valor menor a $2.2e-16$ y un intervalo de confianza del 95% entre 25.73 y 29.90. Finalmente, la comparación entre nh y nm evidenció una diferencia significativa con un estadístico t de 10.69, un p-valor de $9.45e-12$ y un intervalo de confianza del 95% entre 11.27 y 16.60. Estos resultados indican que las tres variables presentan diferencias significativas en sus medios, con tp mostrando los valores más altos, seguido por nh y nm con los valores más bajos.

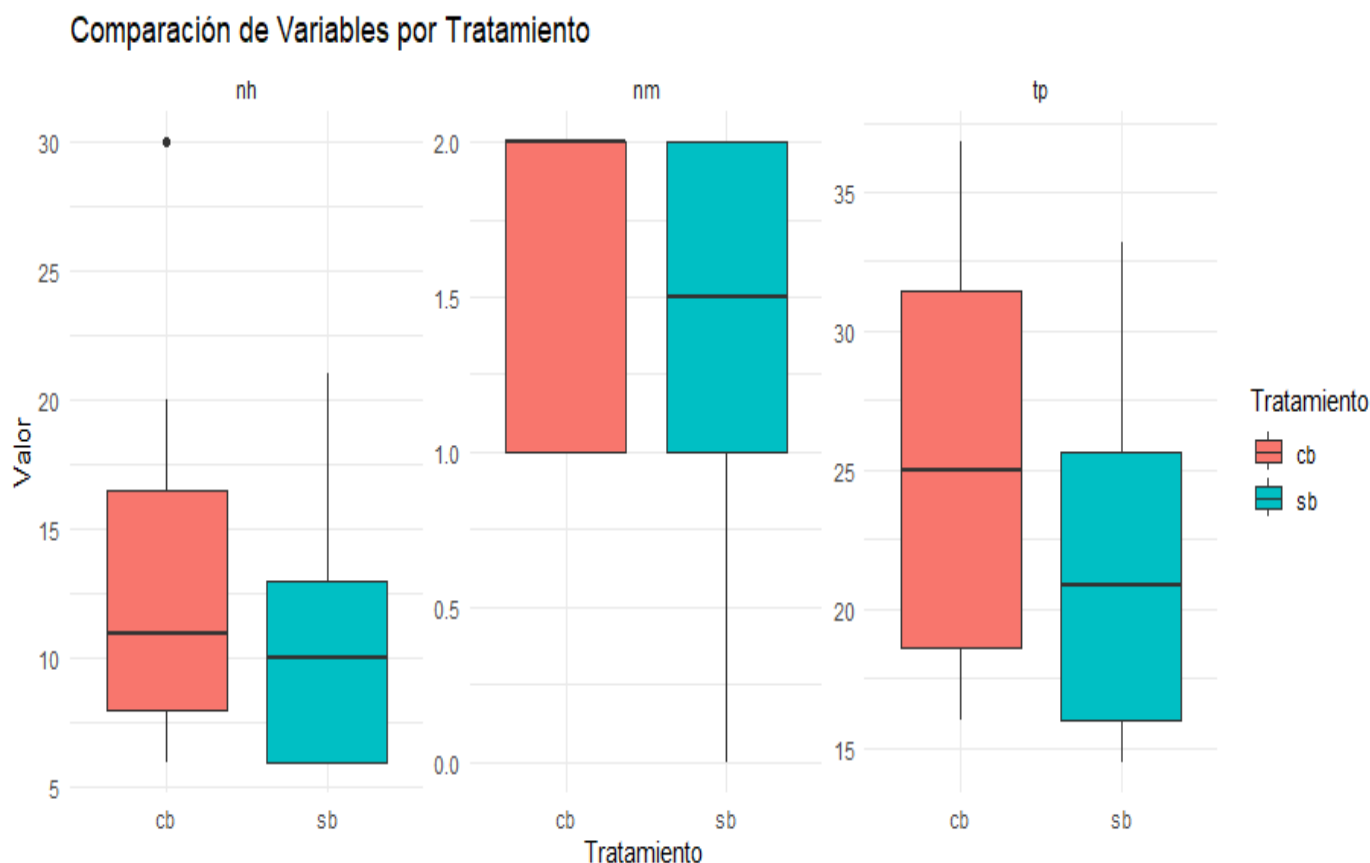


Figura 1. Comparación de variables por tratamiento.

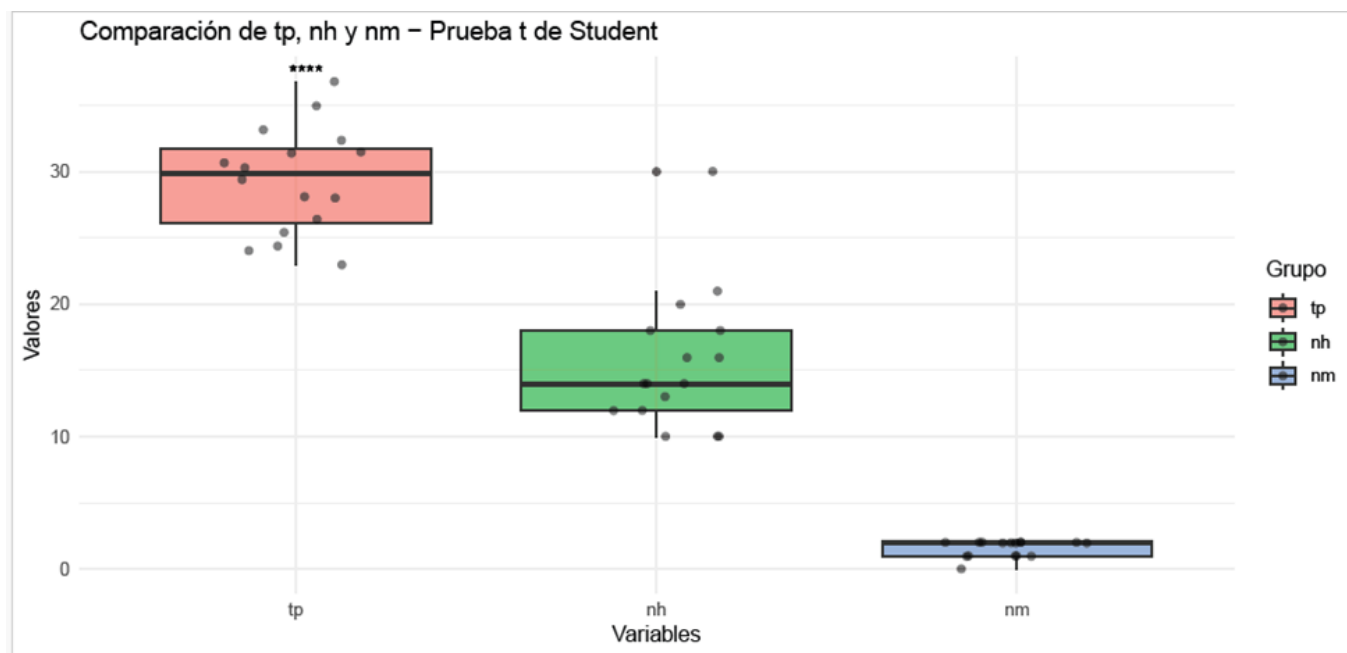


Figura 2. Comparación de variables - Prueba t de Student.

La Figura 2 presenta la distribución de los valores de las variables tp, nh y nm mediante diagramas de caja y bigotes (box-plots), permitiendo visualizar la dispersión de los datos y la tendencia central de cada grupo. Se observa que tp muestra los valores más elevados, mientras que nh presenta valores intermedios y nm exhibe los valores más bajos.

Cada caja representa el rango intercuartílico (IQR), donde la línea central indica la mediana de cada grupo. Los bigotes se extienden hasta 1,5 veces el IQR, y los puntos dispersos corresponden a valores atípicos. La diferencia entre los grupos es evidente a nivel visual, con tp destacándose por sus valores superiores, seguido de nh y finalmente nm.

Los asteriscos en la comparación entre tp y nh indican que la diferencia es altamente significativa ($p < 0.0001$), lo cual es consistente con los valores reportados en el análisis estadístico. En conjunto, estos resultados reflejan una clara separación entre los grupos, evidenciando diferencias marcadas en la distribución de los valores.

DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANOVA) muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de macollos (p -valor=0.246) y el número de hojas (p -valor=0.126) entre los tratamientos aplicados. Esto sugiere que la aplicación de bioestimulantes y las variaciones en las condiciones de cultivo pueden no tener un efecto notable en estas características morfológicas específicas. Al respecto, estudios previos demostraron que el número de macollos y hojas en la planta de haba puede estar más influenciado por factores ambientales y genéticos que por el uso de bioestimulantes (Shaaf et al., 2019).

Por tanto, la falta de efecto en estas variables podría deberse a que los factores morfológicos mencionados son menos susceptibles a la estimulación hormonal inducida por bioestimulantes, área de estudio que podría beneficiarse de investigaciones complementarias para entender las limitaciones de estas sustancias en determinadas características de crecimiento. Pese a lo mencionado, el análisis realizado si bien no muestra diferencias considerables respecto de las variables ya mencionadas, si evidencia cambios significativos respecto del tamaño de las plantas que fueron tratadas con el bioestimulante (p -valor = 0,0157). Investigaciones previas demostraron que los bioestimulantes, especialmente aquellos a base de algas, pueden promover un crecimiento vegetativo más robusto. Por ejemplo, en estudios como el de Rathore et al. (2009) se observó que la aplicación de extractos de algas marinas incrementa significativamente la altura de las plantas en comparación con las plantas no tratadas. Esto se atribuye, según lo estudiado, a la actividad hormonal de los extractos y a un aumento en la disponibilidad de nutrientes esenciales que facilitan un crecimiento más vigoroso.

Dichos resultados se complementan con los obtenidos por Rodríguez et al. (2018) que demostró que el uso de bioestimulantes, específicamente ME-50 y Biobras-16® generó un incremento del 46.05% en la altura de las plantas en comparación con los controles, mientras que otros bioestimulantes como ME agitado, Fito-hormonas E y LEBAME aumentaron la altura en un 37,64%. Por tanto, teniendo en cuenta estos resultados, se colige que el uso de bioestimulantes influyen positivamente en el crecimiento de las plantas, lo cual sugiere un mecanismo de acción que podría incluir una mejora en la absorción de nutrientes y la activación de procesos fisiológicos que benefician el desarrollo vegetativo (Yakhin et al., 2017).

De esta manera, el aumento significativo en el tamaño de las plantas tratadas con bioestimulantes no solo resalta la utilidad de estos productos en promover el crecimiento de las habas, sino que también plantea la posibilidad de que contribuyan a una mayor resiliencia de las plantas frente a condiciones adversas, siendo esta última anotación una hipótesis que podría explorarse en investigaciones futuras. Dicho esto, el presente estudio en su conjunto, sugiere que los bioestimulantes pueden ser una herramienta efectiva en prácticas agrícolas orientadas a mejorar el rendimiento y la salud de los cultivos.

Teniendo en cuenta lo mencionado y en aras de lograr una comprensión más completa del impacto de los bioestimulantes en el desarrollo vegetativo de las habas, se recomienda extender la investigación y evaluar los efectos de estos tratamientos hasta la época de cosecha, pues se espera que en este punto las diferencias en el desarrollo entre las plantas tratadas y las no tratadas se hagan más evidentes, lo que brindará una visión más integral sobre las ventajas y limitaciones de los bioestimulantes en el ciclo completo de crecimiento de las habas. Asimismo, según lo analizado, estudios a largo plazo permitirán establecer principios más sólidos sobre el papel de los bioestimulantes en la fisiología de las plantas, aspecto que contribuirá a generalizaciones aplicables en distintas condiciones de cultivo y tipos de suelos.

CONCLUSIONES

Este estudio resalta el papel prometedor del bioestimulante en el cultivo de habas con evidencia de un impacto positivo en el crecimiento del tamaño de las plantas. Se ha logrado determinar que estas sustancias, aunque pueden activar procesos fisiológicos y hormonales que promueven un desarrollo más robusto, se presentan limitaciones en otras variables como el número de hojas y de macollos que no mostraron cambios significativos y que, como se indicó anteriormente, ello podría deberse a que dichas características morfológicas son probablemente más sensibles a factores ambientales y genéticos que al uso de bioestimulantes. Y desde luego, esta última observación abre un camino para investigaciones futuras que exploren con mayor profundidad las condiciones bajo las cuales los bioestimulantes pueden optimizar sus efectos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: R.F., C.F., D.Y., G.V.; Metodología: C.F.; Investigación: R.F., C.F., D.Y., G.V.; Redacción del manuscrito: B.M.; Revisión y edición: B.M.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bentley, J., Liebrich, P., Farrant, JM, Mandishonha, M., Reddy, A. y Rafudeen, MS (2022). Análisis metabólico de las raíces y brotes de plántulas de tomate tratadas con el bioestimulante comercial derivado de algas marinas Afrikelp. *South African Journal of Botany*, 147, 646-651. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.02.040>
- Choi, YM, Shin, MJ, Lee, S., Yoon, H., Yi, J., Wang, X., Kim, HW, & Desta, KT (año). Factores antinutrientes, componentes nutricionales y actividades antioxidantes de las habas (*Vicia faba* L.) según su influencia en el genotipo, los rasgos de las semillas y sus interacciones. Nombre de la Revista, volumen(número), páginas.
- Crouch, IJ y Van Staden, J. (1994). Productos comerciales de algas como bioestimulantes en horticultura. *J. Consumo en el hogar. Hortic.*, 1 (1), 19-76. Scopus.
- El Poder del Consumidor. (2017, 11 de mayo). El Poder del Consumidor. <https://elpoderdelconsumidor.org/2017/05/el-poder-de-el-haba/>
- Ferro Horque, R. (2004). Cultivo del haba. Repositorio.Inia.Gob.Pe, 0 (0), 1-52. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/740/2/Horque-Cultivo_del_Haba.pdf
- Hernández-Figueroa, KI, Sánchez-Chávez, E., Ojeda-Barrios, DL, Chávez-Mendoza, C., Muñoz-Márquez, E., & Palacio-Márquez, A. (2022). Efectividad a la aplicación de bioestimulantes en frijol ejotero bajo estrés hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13 (spe28), 149-160. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3270>
- Krid, A., El Hallabi, M., Ennoury, A., Nhhala, N., Aberkani, K., Nhiri, M. y Zerrouk, MH (2023). El potencial de los extractos de algas marinas como bioestimulante para mejorar la tolerancia al estrés salino de *Solanum lycopersicum* L. *South African Journal of Botany*, 161, 305-316. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.08.020>
- Mooney, PA, y Van Staden, J. (1986). Algas y citoquininas. *Journal of Plant Physiology*, 123 (1), 1-21. Scopus. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(86\)80061-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(86)80061-X)
- Morales, J., Perez Jordà, G., Pena-Chocarro, L., Bokbot, Y., Vera, JC, Martínez Sánchez, RM, & Linstädter, J. (2016). La introducción de plantas domesticadas del suroeste de Asia en el noroeste de África: una contribución arqueobotánica del Marruecos neolítico. *Revista de Ciencias Arqueológicas: Informes*, 6, 573-582.
- Pacheco Flores-de-Valgaz, A., Lema Choez, E., Naranjo-Morán, J., & Manzano Santana, P. (2024). Macroalgas rojas: una alternativa ecológica para la agricultura sostenible del Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 53 (2), 143-168. <https://doi.org/10.25268/bimc.inve-mar.2024.53.2.1311>

- Rathore, SS, Chaudhary, DR, Boricha, GN, Ghosh, A., Bhatt, BP, Zodape, ST y Patolia, JS (2009). Efecto del extracto de algas marinas en el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrientes de la soja (*Glycine max*) en condiciones de seco. *Revista Sudafricana de Botánica*, 75 (2), 351-355. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.10.009>
- Rodríguez, EQ, Hurtado, AC, Díaz, YP, & Gómez, LE (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en los rendimientos del frijol común. *SCielo*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300073&lng=es&tlng=es
- Sangha, JS, Kelloway, S., Critchley, AT y Prithiviraj, B. (2014). Capítulo siete: Las algas marinas (macroalgas) y sus extractos como contribuyentes a la productividad y calidad de las plantas: el estado actual de nuestro conocimiento. En N. Bourgougnon (Ed.), *Advances in Botanical Research* (Vol. 71, pp. 189-219). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408062-1.00007-X>
- Shaaf, S., Bretani, G., Biswas, A., Fontana, IM y Rossini, L. (2019). Genética del desarrollo de las hojas y los tallos de la cebada. *Journal of Integrative Plant Biology*, 61 (3), 226–256. <https://doi.org/10.1111/jipb.12757>
- Weijzen, MEG, Holwerda, AM, Jetten, GHJ, Houben, LHP, Kerr, A., Davis, H., Keogh, B., Khaldi, N., Verdijk, LB y van Loon, LJC (2023). La suplementación con red de péptidos de *Vicia faba* no difiere de la proteína de la leche en la modulación de los cambios en el tamaño muscular durante la inmovilización a corto plazo y la posterior removilización, pero aumenta las tasas de síntesis de proteína muscular durante la removilización en hombres jóvenes sanos. *Journal of Nutrition*, 153 (6), 1718–1729. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.01.014>
- Yakhin, OI, Lubyantsev, AA, Yakhin, IA y Brown, PH (2017). Bioestimulantes en la ciencia vegetal: una perspectiva global. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>