

## Respuesta Productiva de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) a la Aplicación de un Bioestimulante Algal

### Productive Response of Pitahaya (*Hylocereus undatus*) to the Application of an Algal Biostimulant

 Juan Javier Carrera-Andrade<sup>1\*</sup>,  Rosa Ivanna Campi-Liuba<sup>1</sup>,  Diego Gonzalo Sánchez-Zorrilla<sup>1</sup>,  
 Braulio Jonnathan Calixto-Gutiérrez<sup>1</sup>,  Marcelo Antonio Cedeño-Rosero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad de Guayaquil, Ecuador

Recibido: 22 de noviembre de 2025. Aceptado: 18 de enero de 2026. Publicado en línea: 9 de febrero de 2026

\*Autor de correspondencia: jcarreraa@uteq.edu.ec

#### Resumen

**Justificación:** El cultivo de pitahaya en zonas tropicales de Ecuador enfrenta limitaciones productivas que requieren alternativas técnicas para mejorar su desempeño agronómico de manera sostenible. **Objetivo:** Evaluar el efecto del bioestimulante Seaweed Extract sobre el crecimiento, la producción, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pitahaya. **Metodología:** El estudio se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos, correspondientes a tres dosis del bioestimulante Seaweed Extract (100, 200 y 300 mL/20 L de agua) y un testigo absoluto. Se evaluaron variables vegetativas, reproductivas, productivas y económicas. **Resultados:** La dosis de 300 mL/20 L presentó el mejor desempeño agronómico, mostrando los mayores valores en número de brotes por penca (7,00), reducción de los días a la floración (14 días), número de frutos (12,44), longitud del fruto (26,8 cm), diámetro (13,4 cm), peso del fruto (447,96 g) y rendimiento (417,13 kg/ha por cosecha), con diferencias estadísticas significativas en las variables reproductivas, productivas y de rendimiento. Asimismo, este tratamiento alcanzó la mayor rentabilidad económica, con una relación beneficio/costo de 1,37. **Conclusión:** La aplicación de Seaweed Extract a una dosis de 300 mL/20 L constituyó una alternativa eficiente para incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo de pitahaya, contribuyendo a un manejo agrícola más sostenible bajo las condiciones evaluadas.

**Palabras clave:** bioestimulantes, pitahaya, productividad, rendimiento, rentabilidad.

#### Abstract

**Justification:** Pitahaya cultivation in tropical regions of Ecuador faces productive constraints that require technical alternatives to improve agronomic performance in a sustainable manner. **Objective:** To evaluate the effect of the biostimulant Seaweed Extract on the growth, production, yield, and profitability of pitahaya cultivation. **Methodology:** The study was conducted under a Randomized Complete Block Design, with four treatments corresponding to three doses of the biostimulant Seaweed Extract (100, 200, and 300 mL/20 L of water) and an absolute control. Vegetative, reproductive, productive, and economic variables were evaluated. **Results:** The 300 mL/20 L dose showed the best agronomic performance, recording the highest values for number of shoots per cladode (7.00), reduced days to flowering (14 days), number of fruits (12.44), fruit length (26.8 cm), diameter (13.4 cm), fruit weight (447.96 g), and yield (417.13 kg/ha per harvest), with statistically significant differences in reproductive, productive, and yield variables. This treatment also achieved the highest economic return, with a benefit–cost ratio of 1.37. **Conclusion:** The application of *Seaweed Extract* at a dose of 300 mL/20 L proved to be an efficient alternative to increase productivity and profitability in pitahaya cultivation, contributing to more sustainable agricultural management under the evaluated conditions.

**Keywords:** biostimulants, pitahaya, productivity, yield, profitability.

**Cita:** Carrera-Andrade, J. J., Campi-Liuba, R. I., Sánchez-Zorrilla, D. G., Calixto-Gutiérrez, B. J., & Cedeño-Rosero, M. A. (2026). Respuesta Productiva de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) a la Aplicación de un Bioestimulante Algal. *Erevna Research Reports*, 4(1), e2026011. <https://doi.org/10.70171/6p10b967>





## INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es un cultivo frutal tropical de creciente importancia económica y comercial en regiones subtropicales y tropicales, debido a la alta demanda internacional de sus frutos por sus atributos organolépticos, valor nutricional y propiedades funcionales (Chancay & Moran, 2022; Condori-Cahuapaza et al., 2025). En América Latina, este cultivo se ha expandido significativamente en países como México, Colombia, Brasil, Perú y Ecuador, donde se ha consolidado como una alternativa productiva para pequeños y medianos agricultores, especialmente en zonas con condiciones agroecológicas favorables (Garbanzo-León et al., 2024).

Desde el punto de vista nutricional y funcional, la pitahaya destaca por su elevado contenido de betalaínas, particularmente betacianinas, responsables de su coloración rojiza a púrpura, así como por la presencia de azúcares, fibra dietética soluble, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos con potencial antioxidante (Torres et al., 2023). Estos componentes han sido asociados con beneficios nutracéuticos, lo que ha incrementado su valor agregado y su aceptación en mercados especializados (Arioli et al., 2024).

En el contexto productivo ecuatoriano, la pitahaya se ha posicionado como un rubro estratégico de exportación. En los últimos años, el país ha registrado un aumento sostenido en la superficie cultivada y en los volúmenes exportados, siendo Estados Unidos el principal destino comercial. Sin embargo, los rendimientos promedios aún se consideran moderados, requiriendo optimizar las prácticas agronómicas para mejorar la productividad y la rentabilidad del cultivo (Garbanzo-León et al., 2024). Ante este escenario, la fertilización y el uso de bioestimulantes agrícolas constituyen herramientas complementarias para mejorar el desempeño fisiológico de los cultivos (Loor et al., 2024).

Los bioestimulantes se definen como sustancias naturales o microorganismos que, aplicados a plantas o al suelo, estimulan procesos fisiológicos, incrementan la eficiencia en el uso de nutrientes, mejoran la tolerancia al estrés abiótico y favorecen la calidad y el rendimiento de las cosechas (Rouphael & Colla, 2020). Su acción no se limita al aporte nutricional, sino que implica la modulación de rutas metabólicas y mecanismos de señalización que optimizan la respuesta fisiológica de las plantas.

Entre los distintos tipos de bioestimulantes, los de origen algal han adquirido especial interés en la agricultura moderna debido a su amplia disponibilidad, diversidad de compuestos bioactivos y efectos consistentes en diferentes sistemas productivos (Grammenou et al., 2023). Los extractos de algas representan más del 30 % del mercado global de bioestimulantes y se caracterizan por su contenido de fitohormonas, polisacáridos, aminoácidos, compuestos fenólicos y micronutrientes, además de su carácter biodegradable, no tóxico y ambientalmente seguro.

Diversos estudios han documentado su efecto sobre el crecimiento vegetativo, la inducción floral, el cuajado de frutos, la acumulación de biomasa y el rendimiento, particularmente en cultivos hortofrutícolas, donde contribuyen a mejorar tanto la productividad como la calidad comercial de la cosecha (Nanda et al., 2022; Pohl et al., 2019; Rodrigues et al., 2020).

No obstante, existe limitada información sobre su efecto específico en el cultivo de pitahaya bajo condiciones tropicales. En este contexto, el presente estudio se planteó evaluar la respuesta productiva de *Hylocereus undatus* a la aplicación de un bioestimulante de origen algal, con el fin de generar información técnica que contribuya al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes, sostenibles y económicamente viables.

## METODOLOGÍA

### Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda “Tierra Santa”, ubicada en el kilómetro 56 de la vía Guayaquil–Salinas, cuyas coordenadas geográficas corresponden a  $2^{\circ}37'27.8''$  de latitud sur y  $80^{\circ}32'06.5''$  de longitud oeste, a una altitud de 65 m s. n. m. La zona presentó una temperatura media anual de 27 °C, con valores máximos de 34 °C y mínimos de 17 °C. Las precipitaciones anuales fueron inferiores a 500 mm, concentradas principalmente entre los meses de enero y abril, condiciones características de un clima tropical seco, adecuadas para el cultivo de pitahaya.

### Diseño de Investigación

La investigación correspondió a un estudio de tipo experimental, con enfoque cuantitativo. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, considerando como factor de estudio la dosis del bioestimulante de origen algal de nombre comercial Seaweed Extract, evaluado en tres niveles de aplicación y un testigo absoluto sin aplicación.

Los tratamientos evaluados fueron: T1 (100 mL·20 L<sup>-1</sup> de agua), T2 (200 mL·20 L<sup>-1</sup> de agua), T3 (300 mL·20 L<sup>-1</sup> de agua) y T4 (testigo absoluto). Cada bloque estuvo conformado por una hilera con 15 postes, cada uno con dos plantas de pitahaya, seleccionándose cinco postes por tratamiento como unidades experimentales. En total, se establecieron 120 plantas de pitahaya en el área experimental.

La muestra estuvo constituida por cinco plantas útiles por parcela experimental, seleccionadas de forma aleatoria, las cuales fueron utilizadas para la evaluación de las variables agronómicas, productivas y económicas.

### Manejo Experimental

Para la ejecución del experimento se utilizaron plantas adultas de pitahaya (*Hylocereus undatus*), el bioestimulante de origen algal de nombre comercial Seaweed Extract, balanza digital de mesa, cinta métrica, calibrador vernier, recipientes graduados, cintas de identificación y herramientas agrícolas convencionales para el manejo del cultivo. El bioestimulante Seaweed Extract fue aplicado mediante pulverización foliar manual, utilizando un volumen uniforme de 20 L de solución por tratamiento, distribuidos de manera homogénea sobre las plantas correspondientes a cada parcela experimental, de acuerdo con las dosis establecidas para cada tratamiento.

En total, se evaluaron 120 plantas de pitahaya, distribuidas en 30 plantas por tratamiento, organizadas en cuatro bloques. Cada bloque estuvo conformado por una hilera, dentro de la cual se seleccionaron cinco postes por tratamiento, considerando dos plantas por poste, lo que representó 10 plantas por tratamiento en cada bloque. Las aplicaciones del bioestimulante se expresaron en mL·20 L<sup>-1</sup> de agua y se realizaron mediante pulverización foliar manual. El volumen de aplicación fue ajustado en función de la dosis correspondiente a cada tratamiento, asegurando una distribución homogénea de la solución sobre las plantas de cada unidad experimental.

### Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas, productivas y económicas estudiadas. El análisis estadístico consideró explícitamente la estructura del Diseño de Bloques Completamente al Azar, con

el fin de controlar la variabilidad asociada a los bloques. Cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad ( $p \leq 0,05$ ). El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadístico InfoStat, versión 2020 (Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

## RESULTADOS

### Número de Brotes por Penca

En la Tabla 1 se muestra el efecto de los tratamientos sobre el número de brotes por penca en el cultivo de pitahaya. El análisis de varianza indicó que no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,9023$ ). Sin embargo, se observó una tendencia favorable en el tratamiento T3, correspondiente a la dosis de 300 ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ) del bioestimulante de origen algal, el cual presentó la media más alta con  $7,00 \pm 0,23$  brotes por penca, mientras que el tratamiento testigo registró el valor más bajo, con  $5,53 \pm 0,22$  brotes por penca. El coeficiente de variación fue de 23,35 %, lo que evidenció una variabilidad moderada en la respuesta vegetativa del cultivo.

**Tabla 1.** Efecto del Bioestimulante Algal en el Número de Brotes por Penca de *Hylocereus undatus*

Dosis ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ )	Media de brotes por penca
T1 (100)	$6,12 \pm 0,22$ a
T2 (200)	$6,48 \pm 0,21$ a
T3 (300)	$7,00 \pm 0,23$ a
Testigo	$5,53 \pm 0,22$ a
CV (%)	23,35
p-valor	0,9023

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### Peso de la Penca (kg)

En la Tabla 2 se presenta el efecto de la aplicación de bioestimulantes de origen algal sobre el peso de la penca en el cultivo de pitahaya. El análisis de varianza indicó que no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,3669$ ). No obstante, el tratamiento T2, correspondiente a la dosis de 200 ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ), alcanzó el mayor peso promedio de penca ( $0,81 \pm 0,23$  kg), registrándose además el mayor valor individual con 0,98 kg, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor promedio ( $0,71 \pm 0,23$  kg). El coeficiente de variación fue de 7,55 %, lo que evidenció una adecuada precisión.

**Tabla 2.** Efecto del Bioestimulante Algal en el Peso de la Penca de *Hylocereus undatus*

Dosis ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ )	Media ± EE (kg)
T1 (100)	$0,76 \pm 0,23$ a
T2 (200)	$0,81 \pm 0,23$ a
T3 (300)	$0,78 \pm 0,23$ a
Testigo	$0,71 \pm 0,23$ a
CV (%)	7,55
p-valor	0,3669

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ )

### Longitud de la Penca (cm)

En la Tabla 3 se evidenció que la longitud de la penca presentó diferencias entre tratamientos ( $p < 0,05$ ). El tratamiento T2, correspondiente a la dosis de 200 ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ), alcanzó la mayor longitud promedio ( $87,13 \pm 1,25 \text{ cm}$ ), registrando además el valor máximo individual de 102 cm. En contraste, el tratamiento testigo presentó la menor media ( $76,40 \pm 1,25 \text{ cm}$ ). El coeficiente de variación fue de 6,86 %, lo que indicó una adecuada precisión experimental.

**Tabla 3.** Efecto del Bioestimulante Algal en la Longitud de la Penca de *Hylocereus undatus*

Dosis ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ )	Media ± EE (cm)
T1 (100)	$82,60 \pm 1,25 \text{ b}$
T2 (200)	$87,13 \pm 1,25 \text{ a}$
T3 (300)	$84,90 \pm 1,25 \text{ ab}$
Testigo	$76,40 \pm 1,25 \text{ c}$
CV (%)	<b>6,86</b>
<b>p-valor</b>	<b>0,0001</b>

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ )

### Días a la Floración

En la Tabla 4 se observó el efecto de los tratamientos sobre los días a la floración, considerando el período desde la aparición del botón floral hasta la antesis. El tratamiento T3 (300 ( $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ )) presentó el menor tiempo promedio a la floración ( $14,0 \pm 2,3$  días), diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos y del testigo, los cuales registraron  $16,0 \pm 2,3$  días,

**Tabla 4.** Efecto del Bioestimulante Algal en Días a la Floración de la *Hylocereus undatus*

Dosis ( $(\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1})$ )	Media ± EE (días)
T1 (100)	$16,0 \pm 2,3 \text{ a}$
T2 (200)	$16,0 \pm 2,3 \text{ a}$
T3 (300)	$14,0 \pm 2,3 \text{ b}$
Testigo	$16,0 \pm 2,3 \text{ a}$
CV (%)	<b>0,0001</b>
<b>p-valor</b>	<b>&lt; 0,05</b>

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ )

### Número de Frutos, Longitud (cm), Diámetro (cm) y Peso (g)

En la Tabla 5 se presentan los efectos de la aplicación de bioestimulantes de origen algal sobre variables productivas y el rendimiento del cultivo de pitahaya. Se observaron diferencias estadísticas significativas en el número de frutos ( $p = 0,0116$ ), donde el tratamiento T3 (300  $\text{mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ) alcanzó el mayor promedio con  $12,44 \pm 2,2$  frutos, mientras que el testigo registró el menor valor ( $9,92 \pm 2,2$  frutos). En cuanto a la longitud del fruto, el tratamiento T3 presentó el valor más alto ( $26,8 \pm 1,1 \text{ cm}$ ), diferenciándose del tratamiento T1, que mostró el menor promedio ( $23,9 \pm 1,1 \text{ cm}$ ) ( $p = 0,0019$ ). El diámetro del fruto también evidenció diferencias significativas ( $p = 0,0020$ ), destacando el tratamiento T3 con  $13,4 \pm 1,25 \text{ cm}$ , frente al menor valor observado en T1 ( $11,9 \pm 1,25 \text{ cm}$ ). Respecto al peso del fruto, el tratamiento T3 obtuvo el mayor promedio ( $447,96 \pm 10,90 \text{ g}$ ), mientras que T1 presentó el menor valor ( $374,72 \pm 10,90 \text{ g}$ ).

**Tabla 5.** Efecto del Bioestimulante Algal sobre las Variables Productivas de *Hylocereus undatus*

Tratamientos	Número de frutos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Peso del fruto (g)
T1 (100 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	10,45 ± 2,2 ab	23,9 ± 1,1 c	11,9 ± 1,25 c	374,72 ± 10,90 c
T2 (200 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	10,68 ± 2,2 ab	25,7 ± 1,1 ab	12,9 ± 1,25 ab	434,32 ± 10,90 ab
T3 (300 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	12,44 ± 2,2 a	26,8 ± 1,1 a	13,4 ± 1,25 a	447,96 ± 10,90 a
Testigo	9,92 ± 2,2 b	24,2 ± 1,1 b	12,1 ± 1,25 b	379,24 ± 10,90 bc
<b>CV (%)</b>	9,41	4,03	4,05	7,5
<b>p-valor</b>	0,0116	0,0019	0,002	0,0044

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ )

### Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,0001$ ), registrando el mayor rendimiento en T3 con  $417,13 \pm 9,913$  kg/ha, en contraste con el testigo, que alcanzó  $353,39 \pm 9,913$  kg/ha.

**Tabla 6.** Efecto del Bioestimulante Algal sobre el Rendimiento de pitahaya *Hylocereus undatus*

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
T1 (100 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	349,55 ± 9,913 b
T2 (200 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	405,15 ± 9,913 b
T3 (300 (mL·20 L <sup>-1</sup> ))	417,13 ± 9,913 b
Testigo	353,39 ± 9,913 c
<b>CV (%)</b>	12,45
<b>p-valor</b>	0,0001

Nota: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### Análisis Económico

El análisis económico se realizó a partir del rendimiento obtenido por unidad experimental, el cual fue extrapolado a hectárea (kg·ha<sup>-1</sup>) considerando la densidad de plantación establecida en el área experimental. Con base en este rendimiento proyectado, se estimó el ingreso bruto, utilizando el precio de venta vigente del fruto de pitahaya en el mercado local durante el período de estudio.

El tratamiento T3 (300 mL·20 L<sup>-1</sup>) mostró el mejor desempeño económico, al registrar el mayor rendimiento (783,93 kg/ha), lo que se reflejó en el mayor ingreso bruto (USD 391,97) y mayor ingreso neto (USD 329,77), a pesar de presentar el mayor costo total (USD 62,20). Este tratamiento alcanzó la mayor relación beneficio/costo (1,37) y la mayor rentabilidad (61,22 %). El tratamiento T2 (200 mL·20 L<sup>-1</sup>) presentó un comportamiento intermedio, con una rentabilidad de 56,33 % y una relación B/C de 1,26, mientras que T1 (100 mL·20 L<sup>-1</sup>) registró la menor rentabilidad (50,79 %) entre los tratamientos con bioestimulante. El testigo absoluto alcanzó una rentabilidad de 51,92 %, inferior a la obtenida con la dosis más alta del bioestimulante.

**Tabla 6.** Análisis Económico del Rendimiento de *Hylocereus undatus* en Respuesta al Bioestimulantes Algal

Concepto	T1 (100 (mL·20 L <sup>-1</sup> )	T2 (200 (mL·20 L <sup>-1</sup> )	T3 (mL·20 L <sup>-1</sup> )	Testigo Absoluto
Rendimiento (kg/ha)	655,76	726,6	783,93	663,67
Ingreso bruto (\$)	327,88	363,3	391,97	331,84
Costo variable (\$)	32,79	36,33	39,2	33,18
Costo de tratamiento (\$)	3	5	8	0
<b>Costo total (\$)</b>	<b>50,79</b>	<b>56,33</b>	<b>62,2</b>	<b>48,18</b>
<b>Ingreso neto (\$)</b>	<b>263,09</b>	<b>306,97</b>	<b>329,77</b>	<b>267,65</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>1,02</b>	<b>1,26</b>	<b>1,37</b>	<b>1,09</b>
<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>50,79</b>	<b>56,33</b>	<b>61,22</b>	<b>51,92</b>

## DISCUSIÓN

En relación con el objetivo de evaluar el efecto del bioestimulante Seaweed Extract sobre el crecimiento, la producción, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pitahaya, los resultados obtenidos muestran comportamientos diferenciados según la variable analizada.

El número de brotes por penca evidenció que la aplicación del bioestimulante de origen algal no generó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que sugiere que esta variable respondió principalmente a factores ambientales y fisiológicos propios del cultivo (Yadav et al., 2025). En *Hylocereus undatus*, la brotación se encuentra estrechamente influenciada por la temperatura y la disponibilidad hídrica, condiciones que regulan la activación metabólica y la emisión de nuevos brotes, tal como ha sido reportado en estudios previos en zonas tropicales (Lakshmeshwara et al., 2024; Oliveira et al., 2024). No obstante, la tendencia observada hacia mayores valores en la dosis más alta del bioestimulante indica un posible efecto estimulante que, aunque no significativo, podría contribuir al vigor vegetativo bajo condiciones favorables.

Respecto al peso de la penca, no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que indica que la aplicación del bioestimulante no modificó de manera concluyente esta variable bajo las condiciones del estudio. Sin embargo, los tratamientos con bioestimulante presentaron valores numéricamente superiores al testigo, lo que sugiere una posible tendencia favorable que podría estar asociada a mejoras en el estado fisiológico de la planta. Resultados similares fueron reportados por León et al. (2024), quienes señalaron que los bioestimulantes orgánicos pueden inducir incrementos moderados en la biomasa vegetativa, aunque estos efectos no siempre se expresan como diferencias estadísticas, especialmente cuando la variabilidad experimental es elevada.

En contraste, la longitud de la penca presentó una respuesta diferenciada entre tratamientos, evidenciándose un efecto significativo del bioestimulante, particularmente en la dosis intermedia. Este resultado indica que concentraciones moderadas favorecen la elongación de los tejidos vegetativos, posiblemente mediante la estimulación de procesos fisiológicos asociados a la división y elongación celular (León et al., 2024). Este comportamiento concuerda con lo reportado por,

Nishikito et al. (2023) y Shameena et al. (2024), quienes señalaron que los bioestimulantes de origen orgánico modulan rutas hormonales y metabólicas clave, promoviendo un mayor crecimiento longitudinal cuando se aplican en dosis adecuadas.

La reducción en los días a la floración observada en el tratamiento con mayor dosis del bioestimulante evidenció un efecto significativo sobre la precocidad reproductiva del cultivo, dado que este tratamiento presentó un menor tiempo promedio desde la aparición del botón floral hasta la antesis en comparación con los demás tratamientos y el testigo. Este comportamiento sugiere que la aplicación del bioestimulante favoreció la transición de la fase vegetativa a la reproductiva. Resultados similares fueron reportados por Garces y Medrano, (2024), quienes indicaron que el uso de bioestimulantes en pitahaya reduce el tiempo a la floración y estimula la emisión de estructuras reproductivas. La mayor precocidad floral observada en este estudio fue consistente con el mayor número de frutos registrado en el tratamiento T3, lo que coincide con lo señalado por Sánchez-Herrera et al. (2022), quienes destacan la estrecha relación entre la dinámica floral y el potencial productivo del cultivo.

Las variables productivas y de calidad física del fruto respondieron de manera significativa a la aplicación del bioestimulante de origen algal. El tratamiento con la dosis más alta presentó el mayor número de frutos por planta, así como incrementos significativos en la longitud, el diámetro y el peso del fruto, lo que evidencia un efecto positivo tanto sobre el rendimiento como sobre la conformación comercial del producto (González et al. (2024)). Estos resultados indican que el bioestimulante favoreció los procesos fisiológicos asociados a la floración efectiva, el cuajado y el desarrollo del fruto, promoviendo una mayor eficiencia en la absorción y redistribución de nutrientes hacia los órganos reproductivos, así como una mayor movilización de fotoasimilados. Nishikito et al., (2023) y Shameena et al., (2024), señalaron que las características morfológicas del fruto de *Hylocereus undatus* presentan una elevada plasticidad fenotípica y pueden mejorar significativamente cuando se optimiza el manejo nutricional y fisiológico del cultivo. De forma concordante, González et al. (2024) indicaron que una adecuada disponibilidad de nutrientes y reguladores fisiológicos se asocia con incrementos en el calibre, el peso y la uniformidad del fruto, mientras que Torres et al. (2023) reportaron que los bioestimulantes de origen algal incrementan la eficiencia fisiológica de las plantas y favorecen la acumulación de biomasa en los frutos.

El incremento en el rendimiento registrado con la dosis más alta del bioestimulante puede interpretarse como el resultado integrado del mayor desarrollo vegetativo, la precocidad floral y la mejora en las características físicas del fruto. Aunque no se observó una respuesta estrictamente lineal entre las dosis evaluadas, la superioridad del tratamiento T3 frente al testigo absoluto confirma un efecto productivo favorable asociado a la aplicación del bioestimulante, en concordancia con lo reportado por Garces y Medrano (2024) en el cultivo de pitahaya roja. Desde el punto de vista económico, el mayor rendimiento obtenido con la dosis más alta del bioestimulante se tradujo en mejores indicadores de ingreso neto, relación beneficio/costo y rentabilidad, a pesar de presentar un mayor costo de tratamiento (Sujey et al., 2022). Este resultado evidencia que el incremento en la inversión fue compensado por un mayor retorno económico, lo que refuerza la viabilidad del uso de bioestimulantes de origen algal como una estrategia agronómica rentable (Farez-Jaramillo et al., 2025). El comportamiento intermedio de la dosis media sugiere que, bajo ciertas condiciones productivas, podría representar una alternativa de equilibrio entre costo e ingreso, mientras que la menor dosis mostró una eficiencia económica limitada.

## CONCLUSIÓN

La aplicación del bioestimulante Seaweed Extract influyó de manera diferenciada en el crecimiento, la producción, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) bajo las condiciones evaluadas. En las variables de crecimiento vegetativo, el número de brotes y el peso de la penca no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque se observaron incrementos numéricos favorables con la aplicación del bioestimulante. En contraste, la longitud de la penca mostró una respuesta significativa, destacándose la dosis intermedia ( $200 \text{ mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ). En la fase reproductiva, la dosis más alta del bioestimulante ( $300 \text{ mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ ) redujo significativamente los días a la floración, evidenciando un efecto positivo sobre la precocidad del cultivo. Asimismo, esta dosis incrementó de forma significativa el número de frutos, la longitud, el diámetro y el peso del fruto, lo que se reflejó en un mayor rendimiento por hectárea en comparación con el testigo. Desde el punto de vista económico, el tratamiento con  $300 \text{ mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$  presentó el mayor ingreso neto, la relación beneficio/costo más alta y la mayor rentabilidad, confirmando que el incremento productivo obtenido se tradujo en una mejora económica del sistema. En conjunto, los resultados indican que la dosis de  $300 \text{ mL} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$  del bioestimulante de origen algal fue la más eficiente para optimizar el desempeño agronómico y económico del cultivo de pitahaya en las condiciones del estudio.

### Implicaciones y Limitaciones

El estudio proporciona evidencia que orienta la selección de dosis del bioestimulante Seaweed Extract bajo un esquema de producción comercial. Asimismo, muestra que el uso de bioestimulantes algales puede integrarse al manejo agronómico como una estrategia para mejorar la eficiencia productiva. Por otra parte, la investigación amplía el conocimiento sobre la respuesta diferencial de variables vegetativas y reproductivas frente a distintas concentraciones de bioestimulante.

En cuanto a las limitaciones, el estudio se desarrolló en una única localidad y durante un solo ciclo productivo, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados a otras condiciones edafoclimáticas o a diferentes años agrícolas. La evaluación de únicamente tres dosis limita la construcción de una curva dosis–respuesta más detallada. Asimismo, la aplicación foliar manual puede introducir variabilidad en la distribución del producto, afectando la uniformidad del tratamiento. Finalmente, no se incluyeron mediciones fisiológicas o bioquímicas que permitieran explicar con mayor profundidad los mecanismos de acción del bioestimulante.

### Contribuciones

JJ Carrera Andrade, RI Campi Liuba, DG Sánchez Zorrilla, BJ Calixto Gutiérrez y MA Cedeño Rosero: diseño de la investigación, administración del proyecto, análisis e interpretación formal de datos, redacción manuscrito y revisión final del manuscrito. Toma de datos, revisión de la bibliografía y redacción manuscrito. Hemos leído y aprobado la versión final del manuscrito, así mismo estamos de acuerdo con la responsabilidad de todos los aspectos del trabajo presentado.

### Conflicto de Interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés en relación con el trabajo presentado en este informe.

### Uso de Inteligencia Artificial

No se usaron tecnologías de IA o asistidas por IA para el desarrollo de este trabajo.



## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Arioli, T., Mattner, S. W., Islam, M. T., Tran, T. L. C., Weisser, M., Winberg, P., & Cahill, D. M. (2024). Applications of seaweed extracts in agriculture: An Australian perspective. *Journal of Applied Phycology*, 36(2), 713-726. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03120-x>
- Chancay, P. E. G., & Moran, J. P. A. (2022). La producción de Pitahaya Roja “*Hylocereus Undatus*” incide en su exportación en el de Manabí. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(12), 14-32. <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id241>
- Condori-Cahuapaza, J. N., Pico-Garcia, B. B., Monge-Freile, M. F., & Zambrano, M. M. M. (2025). Efecto de dos tipos de riego en la productividad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en el cantón Sucre, provincia de Manabí-Ecuador. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 6(2), 28-34. <https://doi.org/10.25127/agrops.20252.1083>
- Farez Jaramillo, H. A., Mitiap Vargas, D. L., Cambisaca Ortiz, C. E., & López Jara, A. A. (2025). Impacto del Sistema de Costeo por Procesos en la Rentabilidad de la Producción de Pitahaya en Palora, Morona Santiago. *Pacha: Journal of Contemporary Studies of the Global South/Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*, 6(17). <http://doi.org/10.46652/pacha.v6i17.360>
- Garbanzo-León, G., Vargas-Rojas, J. C., & Vega-Villalobos, E. V. (2024). Crecimiento y absorción de nutrientes del cultivo de pitahaya (*Hylocereus costaricensis* y *H. monocanthus*) de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 57493-57493. <https://doi.org/10.15517/am.2024.57493>
- Garcés, R. V., & Medrano, N. C. (2024). Efecto de tres dosis de bioestimulante con dos tipos de sustrato en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja (*Hylocereus hybricum*), bajo condiciones de invernadero, Independencia-Huaraz-Ancash. *Aporte Santiaguino*, 17(1), ág-69. <https://doi.org/10.32911/as.2024.v17.n1.1140>
- González, D. L. V., Ancona, D. B., & Tintoré, S. M. G. (2024). Pulpa y cáscara liofilizada de pitahaya (*Selenicereus undatus*): propiedades fisicoquímicas y fuente potencial de fructooligosacáridos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 11(1), 80-94. <https://doi.org/10.23850/24220582.6231>
- Grammenou, A., Petropoulos, S. A., Thalassinos, G., Rinklebe, J., Shaheen, S. M., & Antoniadis, V. (2023). Biostimulants in the soil–plant interface: agro-environmental implications—a review. *Earth Systems and Environment*, 7(3), 583-600. <https://doi.org/10.1007/s41748-023-00349-x>
- Lakshmeshwara, S., Jain, S., Manasa, S., Singh, A., Imchen, A., Prasad, P. V. S., ... & Yadav, V. (2024). A review on new approaches in dragon fruit production, nutraceutical insights and morphological dynamics. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(5), 853-862. <https://dx.doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i5847>
- León, G. G., Rojas, J. C. V., & Villalobos, E. V. V. (2024). Growth and nutrients uptake of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* and *H. monocanthus*) cultivated in Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 55881. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/57493>
- Loor, J. J. I., Mora, J. G. L., & Martínez, B. J. A. (2024). Capacidades dinámicas e innovación en las MiPymes productoras de pitahaya en la Provincia de Manabí-Ecuador. *ULEAM Bahía Magazine (UBM) e-ISSN 2600-6006*, 5(9), 101-110. <https://doi.org/10.56124/ubm.v5i9.012>
- Nanda, S., Kumar, G., & Hussain, S. (2022). Utilization of seaweed-based biostimulants in improving plant and soil health: current updates and future prospective. *International Journal of*

*Environmental Science and Technology*, 19(12), 12839-12852.  
<https://doi.org/10.1007/s13762-021-03568-9>

Nishikito, D. F., Borges, A. C. A., Laurindo, L. F., Otoboni, A. M. B., Direito, R., Goulart, R. D. A., ... & Barbalho, S. M. (2023). Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds. *Pharmaceutics*, 15(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>

Oliveira, R. R. D., Chagas, P. C., Mendonça, V., Chagas, E. A., da Cruz, B. E., Ericeira, M. V. D. C., ... & Leitão, H. A. D. S. (2024). Reproduction dynamics and thermal requirement of dragon fruit species in northern amazon. *Revista Caatinga*, 38, e12512. <https://doi.org/10.1590/1983-21252025v3812512rc>

Pohl, A., Grabowska, A., Kalisz, A., & Sekara, A. (2019). Biostimulant application enhances fruit setting in eggplant—an insight into the biology of flowering. *Agronomy*, 9(9), 482. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090482>

Rodrigues, M., Baptista, J. L. C., Horz, D. C., Bortolato, L. M., & Mazzafera, P. (2020). Organic plant biostimulants and fruit quality—A review. *Agronomy*, 10(7), 988. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070988>

Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 11, 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>

Sánchez-Herrera, J. H., Oliva, M., Collazos, R., & Meléndez-Mori, J. B. (2022). Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas sobre la floración y rendimiento de *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel). *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 48(2), 155-159. <https://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v48n2/0325-8718-RIA-48-02-00155.pdf>

Shameena, S., Lekshmi, P. R. G., Gopinath, P. P., Gidagiri, P., & Kanagarajan, S. (2024). Dynamic transformations in fruit color, bioactive compounds, and textural characteristics of purple-fleshed dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) across fruit developmental stages under humid tropical climate. *Horticulturae*, 10(12), 1280. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121280>

Sujey, M. L. R., Raúl, M. V. O., Leticia, P. O. C., & José, J. P. E. (2022). Indicadores de rentabilidad en la producción y comercialización de pitaya en Huisichi, Tolimán, Jalisco. *Idesia*, 40(4), 125-135. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9007264>

Torres, A. N., Flores, J. V., Magdaleno, H. F., & Pineda, J. P. (2023). Evaluación agronómica de cinco soluciones nutritivas sobre el desarrollo vegetativo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en invernadero. *Nova scientia*, 15(31), 2. <https://doi.org/10.21640/ns.v15i31.3288>

Yadav, A., Garg, S., Kumar, S., Alam, B., & Arunachalam, A. (2025). A review on genetic resources, breeding status and strategies of dragon fruit. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72(3), 2511-2531. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02123-y>