

## Rendimiento de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) 'Megalodon' en condiciones de invernadero mediante la aplicación de bioestimulantes

### Yield of Chili Habanero Pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) 'Megalodon' under greenhouse conditions by the application of biostimulants

Edgar Iván Barajas Real. Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, México.  
[ebarajas10@uacol.mx](mailto:ebarajas10@uacol.mx) <http://orcid.org/0009-0003-5637-9697>

\*Wilberth Chan Cupul. Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, México.  
[wchan@uacol.mx](mailto:wchan@uacol.mx) <http://orcid.org/0000-0001-8634-3618>

\*Autor de Correspondencia: [wchan@uacol.mx](mailto:wchan@uacol.mx)

Recibido: 06/11/2025

Aceptado: 27/05/2026

DOI <https://doi.org/10.48204/j.ja.v8n2.a10096>

**RESUMEN.** El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una importante hortaliza para México; sin embargo, se desconoce mucho sobre la tecnología del cultivo bajo las condiciones del trópico seco del pacífico centro de México. El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo y rendimiento de chile habanero híbrido 'Megalodon' mediante la aplicación de bioestimulantes en invernadero. Se evaluaron tres bioestimulantes: Universal® (extracto de algas unicelulares), Nutriplus® (aminoácidos), Stimplex® (extracto de *Ascophyllum nodosum*) y un testigo (sin bioestimulante). Las variables agronómicas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, índice de clorofila; las variables de rendimiento fueron: g planta<sup>-1</sup>, kg planta<sup>-1</sup> y t ha<sup>-1</sup>; las variables de calidad de fruta fueron: peso, largo y ancho de fruta. Se empleó un diseño completamente al azar, los datos se analizaron por análisis de varianza y prueba de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Stimplex® y Universal® mejoraron la altura y diámetro de tallo, Nutriplus® mejoró el índice de clorofila. Ninguno de los bioestimulantes incrementó el rendimiento, el cual osciló un promedio de 11.93 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, Nutriplus® mejoró el peso (1.56 g) y ancho (2.91 mm) de fruta de *C. chinense*. En conclusión, el bioestimulante a base de aminoácidos (Nutriplus®) se recomienda utilizarlo en el cultivo de *C. chinense*, si se desea mejorar los parámetros de calidad de fruta (peso y ancho de fruto).

**PALABRAS CLAVE:** aminoácidos, *Ascophyllum nodosum*, crecimiento, calidad, Colima, macroalga.

**ABSTRACT.** The habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) is an important vegetable for Mexico; however, its cultivation technology remains unknown under the conditions of the dry tropics of the central Pacific of Mexico. The objective of this research was to evaluate the development and yield of the hybrid habanero pepper 'Megalodon' by the application of biostimulants under greenhouse conditions. Three biostimulants were evaluated: Universal® (unicellular algae extract), Nutriplus® (amino acids), Stimplex® (*Ascophyllum nodosum* extract), and a control (without biostimulant). The agronomic variables were plant height, stem diameter, leaf area, and chlorophyll index; the yield variables were g plant<sup>-1</sup>, kg plant<sup>-1</sup>, and t ha<sup>-1</sup>; the fruit quality variables were weight, length, and width of the fruit. A completely randomized design was used, and data were analyzed by analysis of variance and Tukey's means test ( $p \leq 0.05$ ). Stimplex® and Universal® improved stem height and diameter, while Nutriplus® improved chlorophyll index. Neither did biostimulant increase yield, which averaged 11.93 t ha<sup>-1</sup>. Nonetheless, Nutriplus® improved fruit weight (1.56 g) and width (2.91 mm) of *C. chinense*. In conclusion, the amino acid-based biostimulant (Nutriplus®) is recommended for use in the cultivation of *C. chinense* if it is desired to improve fruit quality parameters (fruit weight and width).

**KEYWORDS:** aminoacids, *Ascophyllum nodosum*, growth, quality, Colima, macroalgae.



## INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una hortaliza de suma importancia que se cultiva a campo abierto como en invernadero, apreciada por su sabor y picor, presenta varios colores del fruto en maduración (López-Puc et al., 2020). Se considera uno de los más picantes del mundo, contiene potasio, vitamina C y alto en niveles de *capsaicina*. Debido a sus distintas propiedades, el chile habanero es utilizado en rubros diferentes como la gastronomía, medicina e industria química. En cuanto a la superficie de producción en México, el estado de Sinaloa lidera (296 ha), seguido por Tabasco (248.75 ha), Yucatán (188.24 ha), Campeche (154.0 ha), Quintana Roo (94.93 ha), Nayarit (68.5 ha) y Colima (15 ha) (Llamas et al., 2024).

Mayormente la fertilización de *C. chinense* se realiza con fertilizantes químicos (Murillo-Cuevas et al., 2021), el mal uso de estos compuestos (aplicación excesiva) causa efectos adversos al suelo y al agua, como lo es la lixiviación y eutrofización. Asimismo, el uso excesivo de estos fertilizantes incrementa el costo de producción del cultivo (Díaz & Guzmán, 2004). Sin embargo, una alternativa para mejorar el rendimiento del cultivo de chile habanero, sin llegar a usar de manera excesiva los fertilizantes químicos, es el uso de bioestimulantes. Según Ertani et al. (2015) y Du-Jardin (2015) los bioestimulantes se definen como “sustancias, microorganismos y materiales, con excepción de nutrientes y plaguicidas, que cuando se aplican a plantas, semillas o sustratos de cultivo en formulaciones específicas, tienen la capacidad de influir positivamente en los procesos fisiológicos de las plantas al estimular el crecimiento, desarrollo y/o respuesta al estrés”.

Por lo tanto, una solución potencial al uso excesivo de los fertilizantes puede ser la aplicación de bioestimulantes, el cual podría generar un mayor rendimiento en la producción de *C. chinense* (Rodríguez-Hernández et al., 2020). Asimismo, estos tienen la función de regular los procesos metabólicos dentro de la planta, tales como: eficiencia en el uso de nutrientes, tolerancia al estrés abiótico, incremento en rasgos de calidad y/o disponibilidad de nutrientes confinados en el suelo o la rizosfera. Se ha demostrado que cuando las plantas reciben un manejo inadecuado de fertilizantes (aplicación excesiva), estas presentan estrés abiótico (salinidad del suelo) lo que limita la asimilación de nutrientes y, por lo tanto, es perjudicial para el rendimiento y la calidad del fruto (Du-Jardin, 2019).

En la actualidad existe una gran diversidad de bioestimulantes a base de: algas marinas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, minerales (no nutrientes) y fitohormonas, que pueden repercutir en el ciclo de vida de la planta, favoreciendo algunas etapas fenológicas a través de funciones diferentes. Con la aplicación de estos bioestimulantes se desea intervenir de manera benéfica el desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y/o el desarrollo de los frutos (Du-Jardin, 2019; Estrella-Maldonado et al., 2026). El estudio de bioestimulantes en *C. chinense* es escaso, a pesar de ello se ha demostrado que la incorporación de bioestimulantes a base de aminoácidos en *Capsicum annuum* genera un mayor efecto sobre el desarrollo y rendimiento en plantas (Botta et al., 2019; Paredes et al., 2023). Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense*) var. Megalodon a través de la aplicación de bioestimulantes bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en un invernadero de capilla cenital en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima, ubicada en la autopista Colima-Manzanillo en el km 40, La Estación, Tecomán, Colima, México (18° 57' 10''E, 103° 53' 44'' O). El clima predominante es semiseco muy cálido con lluvias en verano y corresponde a la fórmula BS1(h') w(w) con una precipitación y temperatura media anual de 882.5 mm y 27.4 °C respectivamente. El suelo del área experimental fue franco-arenoso (17 % arcilla, 77 % arena y 6 % limo), con un pH de 6.88 y una CE de 2.5 mS cm<sup>-1</sup>.

### Material vegetal y producción de planta

Se utilizaron semillas de *C. chinense* var. Megalodon, de la empresa Lark Seed®. En charolas de unisel de 200 cavidades y rellenas de turba al 80 % de humedad (Peat Moss, BM8, Canadá) se sembró una semilla por cavidad. Las charolas se cubrieron con una bolsa negra para inducir la germinación durante un periodo de cinco días. Una vez que germinó la semilla, se les retiró la cubierta de plástico para trasladar las charolas a mesas dentro de un invernadero para su fertilización y riego; se emplearon plantas de 55 días de edad para el trasplante.

### Trasplante

Se llevó a cabo dentro del invernadero, para ello, el suelo se humedeció (80 % capacidad de campo) con un día de anticipación al trasplante durante. Antes del trasplante, a las plantas se les aplicó por inmersión del cepellón una solución de: Uniform® 0.25 mL L<sup>-1</sup> (Syngenta®, azoxistrobin y metalaxil-M), Root Factor- AgroScience 1.5 mL L<sup>-1</sup> (Agroscience®, auxinas, citocininas y giberelinas) 12-43-12 Polyfeed 1.5 g L<sup>-1</sup> (Haifa®) e Imidacron 1.0 mL L<sup>-1</sup> (Arysta®, Imidacloprid). El marco de plantación fue de 18,315 plantas ha<sup>-1</sup> a una distancia de 1.8 entre surcos y 0.3 m entre plantas.

### Sistema de riego y fertilización edáfica

Se utilizó un sistema de riego por cintilla (30 cm entre goteros y calibre 8 mil = 0.2 mm de grosor), se emplearon dos membranas para almacenamiento de agua con capacidad de 6,000 L cada uno, las cuales se conectaron a una bomba de ½ Hp. Se utilizó una manguera de dos pulgadas como línea principal con tres válvulas iniciales y cintilla de calibre 8,000. Se dieron tres riegos por día, con duración de 15-25 minutos cada uno, dependiendo de la etapa fenológica de la planta. Para la fertilización se empleó el plan descrito en la tabla 1, de acuerdo con la etapa fenológica de *C. chinense*, se aplicó una fertilización por 205 N – 170 P – 250 K en kg ha<sup>-1</sup>, las fuentes fueron: nitrato de potasio (12-0-45, NKS®), fosfato monoamónico (12-61-00, MAP®) y nitrato de amonio (32-0-2, Nitam KS®). Como fuente de calcio y micronutrientes se empleó Turgen Ca (AgroScience®) y Full-Mix (B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn, GreenHow®).

**Tabla 1**

Fertilización base para el cultivo de chile habanero en suelo franco-arenoso en Tecomán, Colima, México.

Etapa	Fenología	Relación	No.	N	P	K
		N P K	Fertirriegos	Kg ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>
I	Adaptación 0 (+) 21 días	2 1 1	6	51.3	28.3	27.8
II	Desarrollo 21 (+) 30 días	3 1 2	12	76.9	28.3	55.6
III	Fructificación 51 + 30 días	2 3 2	10	51.3	85.0	55.6
IV	Producción 81 + 60	1 1 4	28	25.6	28.3	111.1
	<b>Total</b>	<b>8 6 9</b>	<b>56</b>	<b>205.0</b>	<b>170.0</b>	<b>250.0</b>

N=Nitrógeno, P=fósforo y K=potasio.

### Manejo de plagas

Se realizó un monitoreo directo en las plantas dos veces por semana; se cuantificó la presencia en el envés de las hojas de ácaro rojo (*Tetranychus urticae* Koch.) y ácaro cristalino (*Polyphagotarsonemus latus* Banks). Cuando se detectó, se aplicó Tetrasan (etoxazole: 5-tert-butil-2 [2-(2, 6-difluorofenil)-4, 5-dihidro-1, 3-oxazol-4-il] fenetol, Grupo 10B, Valent®. México) a una dosis de 0.5-2.5 mL L<sup>-1</sup> e Inex A (Aril polietoxietanol, Grupo 28, Cosmocel®, Canadá) 1.0 mL L<sup>-1</sup>. Además, se monitoreó la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), Trips (*Trips* spp.) y picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano). Para ello, se aplicó Confidor (imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidenamina, Grupo 4A, Bayer®, Alemania), Centurion Ultra (acefate: OS-dimetil acetilfosforamidotoato, Grupo 1B, Versa®, México) y Toretto (sulfoxaflo: [metil(oxo){1-[6-(trifluorometil)-3-piridil]etil}-λ6 - sulfanilidene] cianamida, Grupo 4C, Corteva®, EE.UU.) cuando se encontró un umbral de acción de al menos tres adultos planta<sup>-1</sup> (Llamas et al., 2024).

### Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los bioestimulantes: T1) Universal® 0-0-1 (Algacell®, extracto de algas unicelulares), T2) Nutriplus® 2.5-0-0 (Algacell®, aminoácidos), T3) Stimplex® (Acadian Plant Health, extracto de algas) y Testigo (sin bioestimulante), cada tratamiento contó con 12 repeticiones cada uno. Se aplicó una dosis de 2.5 mL L<sup>-1</sup>, cuyas aplicaciones se realizaron a los 7, 14, 45 y 60 días después del trasplante vía foliar, empleando un aspersor manual (Guarany®, Brasil) con boquilla tipo cono a una presión de 75 psi (5.2 kg-force-cm<sup>2</sup>). El producto Universal® contiene 1.0 % de K y 20 % de materia orgánica procedente del extracto de cianobacterias y microalgas, Nutriplus® contiene aminoácidos libres (20.0 %), N (2.5 %) y materia orgánica procedente del extracto de cianobacterias y microalgas, y Stimplex® contiene K (39.0 g/L), carbono orgánico oxidable total (45.1 g/L) y extracto de *Ascophyllum nodosum* (sin especificar).

### Variables agronómicas

Se evaluaron de importancia agronómica como la altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, e índice de clorofila. La altura se midió desde el cuello del tallo hasta el meristemo apical utilizando un estadal o flexómetro (Truper FCN-8M). Para la medición del diámetro de la planta, se tomó el grosor del tallo a cinco cm de la base, considerando la superficie del suelo, y se utilizó un vernier digital (RexQualis®). El índice de clorofila se midió con un medidor de clorofila (FieldScout CM 1000 (EE. UU.), tomando las últimas hojas de la planta entre las 11:00 am y 12:00 pm, respecto al área foliar, se utilizó una regla para medir tres hojas por planta del mismo estrato, midiendo largo y ancho de cada hoja.



## Rendimiento

Se cosecharon los frutos a partir de los 80 días después del trasplante (ddt). Se contabilizó el número de frutos por planta en cada corte (frutos planta<sup>-1</sup>) y se pesó el total de frutos obtenidos por planta (kg planta<sup>-1</sup>) en cada cosecha. El rendimiento por hectárea se calculó sumando los pesos obtenidos por planta (kg ha<sup>-1</sup>) y se multiplicó por la densidad de plantación por hectárea. Para el experimento solo se contemplaron las primeras ocho cosechas (una por semana).

**Tamaño de fruto** Se tomaron 100 frutos por tratamiento, incluyendo el testigo. Se registró el peso del fruto (g) utilizando una balanza digital (Truper, Base5EA), y el largo (cm) y ancho (cm) del fruto se midieron con un vernier digital (RexQualis).

## Diseño experimental y análisis de datos

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con un factor (bioestimulante). Se evaluaron 12 plantas por tratamiento, considerando una planta como una repetición. Los datos de las variables de respuesta se analizaron mediante análisis de varianza y comparación de medias con Tukey con un valor de  $p < 0.05$ . Los análisis se realizaron con Statgraphics® (Statgraphics, 1969) y Prism® para Windows.

## RESULTADOS

### Altura de planta

En los muestreos a 22, 29, 64, 72 y 79 días después del trasplante (ddt) se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en la altura de la planta para los tratamientos Universal y Nutriplus, los cuales promovieron un mayor crecimiento en comparación con el testigo. Universal promovió un aumento de entre 7.3 (22 ddt) y 22.3 cm (79 ddt) en la altura de planta; mientras que Nutriplus incrementó entre 4.4 (22 ddt) y 26.3 cm (79 ddt) la altura en *C. chinense* (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Altura de plantas (cm) de Capsicum chinense var. Megalodon con diferentes aplicaciones de bioestimulantes.*

DDT	Tratamientos				F	P-valor
	Stimplex®	Universal®	Nutriplus®	Testigo		
14	34.16±0.68	35.25±0.98	34.25±0.85	33.0±0.80	1.22	0.3149
22	43.41±0.66 <sup>a</sup>	46.0±0.94 <sup>a</sup>	43.12±0.85 <sup>a</sup>	38.70±1.71 <sup>b</sup>	7.38	0.0004
29	57.41±1.49 <sup>ab</sup>	60.58±1.88 <sup>a</sup>	59.58±1.39 <sup>a</sup>	52.37±2.48 <sup>b</sup>	3.86	0.0155
36	72.41±2.50	74.66±1.90	76.33±2.76	69.08±2.77	1.56	0.2117
43	81.54±2.60	84.16±2.03	86.87±2.32	79.5±2.84	1.68	0.1864
50	102.41±3.21	106.75±2.27	107.75±3.13	97.08±4.10	2.26	0.0942
57	116.16±3.20	116.08±3.23	120.79±3.32	109.5±3.91	1.84	0.1531
64	122.58±2.55 <sup>ab</sup>	123.58±3.06 <sup>ab</sup>	126.5±3.44 <sup>a</sup>	113.75±3.95 <sup>b</sup>	2.78	0.0519
72	126.0±2.79 <sup>ab</sup>	128.25±3.32 <sup>ab</sup>	132.08±3.14 <sup>a</sup>	108.16±10.55 <sup>b</sup>	3.22	0.0318
79	131.41±3.14 <sup>ab</sup>	133.91±3.43 <sup>ab</sup>	137.91±3.44 <sup>a</sup>	111.58±10.91 <sup>b</sup>	3.60	0.0206

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ). DDT=días después del trasplante.



### Diámetro de tallo

En la mayoría de los muestreos (14, 22, 29, 36, 50, 64 y 79 ddt) los bioestimulantes incrementaron el diámetro de tallo de *C. chinense*. El Stimplex® fue el tratamiento que permitió tallos más gruesos en comparación con el testigo con incrementos entre 0.98 (14 ddt) y 2.51 mm (79 ddt) respecto al testigo (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Efecto de aplicación de bioestimulantes en el crecimiento del diámetro del tallo (mm) en Capsicum chinense var. Megalodon.*

DDT	Tratamientos				F	P-valor
	Stimplex®	Universal®	Nutriplus®	Testigo		
14	5.48±0.16 <sup>a</sup>	5.27±0.19 <sup>a</sup>	5.45±0.17 <sup>a</sup>	4.50±0.16 <sup>b</sup>	7.19	0.0005
22	6.67±0.13 <sup>a</sup>	7.05±0.15 <sup>a</sup>	6.81±0.18 <sup>a</sup>	5.932±0.23 <sup>b</sup>	7.37	0.0004
29	8.60±0.18 <sup>a</sup>	8.45±0.22 <sup>a</sup>	8.23±0.21 <sup>a</sup>	7.23±0.23 <sup>b</sup>	8.01	0.0002
36	10.73±0.17 <sup>a</sup>	10.63±0.34 <sup>a</sup>	10.20±0.33 <sup>a</sup>	9.05±0.38 <sup>b</sup>	6.07	0.0015
43	12.80±0.37	12.90±0.47	13.10±0.43	11.64±0.41	2.34	0.865
50	15.00±0.46 <sup>a</sup>	14.42±0.48 <sup>ab</sup>	14.67±0.42 <sup>a</sup>	12.79±0.48 <sup>b</sup>	4.41	0.0085
57	16.31±0.43	15.11±0.53	15.33±0.41	14.47±0.59	2.35	0.0825
64	16.69±0.421 <sup>a</sup>	15.40±0.55 <sup>ab</sup>	15.91±0.44 <sup>ab</sup>	14.77±0.57 <sup>b</sup>	2.61	0.00635
72	17.04±0.37	15.651±0.54	16.16±0.47	15.16±0.59	2.55	0.0680
79	107.40±0.39 <sup>a</sup>	15.83±0.53 <sup>ab</sup>	16.80±0.59 <sup>ab</sup>	14.89±0.64 <sup>b</sup>	3.99	0.0134

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ). DDT=días después del trasplante.

### Área foliar

La tabla 4 muestra los valores de área foliar de *C. chinense* con tratamientos de diferentes bioestimulantes, los cuales no mostraron diferencia estadística en ninguna de las evaluaciones realizadas desde los 14 hasta los 79 ddt.

**Tabla 4**

*Desarrollo del área foliar con la aplicación de diferentes tipos de bioestimulantes en Capsicum chinense var. Megalodon.*

DDT	Tratamientos				F	P-valor
	Stimplex®	Universal®	Nutriplus®	Testigo		
14	56.32± 3.20	55.37±3.89	59.37±3.93	59.07±5.25	0.23	0.8745
22	96.51±9.17	90.40±4.12	80.13±5.14	91.70±8.62	0.94	0.4290
29	104.19±5.85	94.57±5.35	96.02±6.05	97.87±6.04	0.53	0.6657
36	94.87±5.90	89.04±5.90	90.05±3.80	88.44±3.02	0.37	0.7764
43	100.41±20.62	73.81±4.22	70.375±3.73	58.52±3.04	2.68	0.0583
50	95.00±6.00	87.90±4.42	89.02±4.00	89.16±3.43	0.50	0.6862
57	86.30±4.24	79.07±2.70	86.22±5.00	85.12±2.40	0.85	0.4748
64	65.40±4.02	61.95±3.60	60.45±3.91	55.54±3.70	1.16	0.3376
72	80.00±2.22	100.41±9.33	86.90±5.09	91.06±2.53	2.35	0.0853
79	94.50±8.80	97.80±5.22	85.60±3.06	88.44±3.02	1.00	0.4013

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ). DDT=días después del trasplante.

### Índice de clorofila (IC)

La tabla 5 describe los promedios de índice de clorofila en plantas de *C. chinense* var. Megalodon por efecto de la aplicación de bioestimulantes. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los días 14 y 22 ddt. Sin embargo, solo en el muestreo a los 22 ddt se encontró que Nutriplus® mejoró el IC en un 8 %.

**Tabla 5**

Índice de clorofila de *Capsicum chinense* var. Megalodon con aplicación de bioestimulantes.

DDT	Tratamientos				F	P-valor
	Stimplex®	Universal®	Nutriplus®	Testigo		
14	622.67±22.91 <sup>b</sup>	704.91±3.81 <sup>a</sup>	727.60±8.50 <sup>a</sup>	738.17±6.081 <sup>a</sup>	16.87	0.0001
22	766.83±12.40 <sup>ab</sup>	716.08±26.80 <sup>b</sup>	776.08±9.95 <sup>a</sup>	718.08±20.63 <sup>b</sup>	2.87	0.0470
29	680.41±23.85	702.75±23.44	710.58±23.85	646.08±2.70	1.97	0.1323
36	548.17±21.10	575.59±13.44	556.41±9.90	549.17±7.60	0.83	0.4864
43	645.41±8.27	632.16±7.50	634.25±14.33	641.75±11.34	0.34	0.7973
50	586.33±14.53	571.91±10.60	575.67±4.40	583.5±3.00	0.51	0.6767
57	578.5±12.12	598.67±9.12	593.08±11.00	608.25±11.77	1.27	0.2980
64	670.25±11.91	649.17±11.00	662.25±10.08	644.58±10.00	1.20	0.3208
72	637.41± 8.80	643.91± 5.90	654.70± 4.14	641.20± 3.06	1.59	0.2061
79	620.67± 5.70	628.91± 5.91	623.17± 5.81	626.59± 5.80	0.40	0.7569

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ). DDT = días después del trasplante.

### Rendimiento

La tabla 6 describe el rendimiento de *C. chinense* var. Megalodon por efecto de la aplicación de bioestimulantes. Ninguno de los bioestimulantes incrementó significativamente el rendimiento de *C. chinense* en las ocho cosechas realizadas. En promedio las plantas presentaron 55, 14, 0.64 y 11.93 frutos planta<sup>-1</sup>, kg planta<sup>-1</sup> y t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabla 6**

Rendimiento final de plantas de *Capsicum chinense* var. Megalodon con diferentes aplicaciones de bioestimulantes.

Tratamiento	Frutos planta <sup>-1</sup>	Kg planta <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
Stimplex®	53.41±3.52	0.60±0.03	11.03±0.70
Universal®	57.92±3.47	0.67±0.04	12.40±0.78
Nutriplus®	56.83±4.02	0.70±0.04	12.96±0.80
Testigo	52.41±3.60	0.61±0.04	11.33±0.85
F=	0.52	1.30	1.30
P=	0.6705	0.2857	0.2855

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ).

### Calidad de frutos

Nutriplus® mejoró el peso y ancho de fruta de *C. chinense*. Los frutos incrementaron 1.56 g de peso y 2.91 mm de ancho cuando fueron producidos aplicando Nutriplus® en comparación con el testigo. Para la variable largo de fruta no se encontró diferencia significativa (Tabla 7).



Tabla 7

Calidad de fruto alcanzado en plantas de *Capsicum chinense* var. *Megalodon* con diferentes aplicaciones de bioestimulantes.

Tratamiento	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )	Largo (mm)	Ancho (mm)
Stimplex®	12.37±0.41 <sup>ab</sup>	45.89±0.73	34.42±0.51 <sup>ab</sup>
Universal®	12.85±0.38 <sup>ab</sup>	47.36±0.64	35.40±0.49 <sup>a</sup>
Nutriplus®	13.37±0.39 <sup>a</sup>	47.28±0.70	35.68±0.44 <sup>a</sup>
Testigo	11.81±0.43 <sup>b</sup>	45.96±0.86	32.77±0.42 <sup>b</sup>
F=	2.67	1.18	7.84
P=	0.0479	0.3157	0.0001

Medias (± error estándar) con diferente literal son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo con la comparación de medias Tukey (p < 0.05).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que los bioestimulantes mejoraron las características agronómicas de *C. chinense* var. *Megalodon* en condiciones de invernadero en el trópico seco. Sin embargo, la aplicación de los bioestimulantes no mejoraron significativamente el rendimiento de *C. chinense*, pero sí incrementaron el peso y largo de fruta. Con relación a la altura de planta, se determinó que Nutriplus®, producto a base de aminoácidos, promovió un crecimiento significativamente superior a partir de los 64 días después del trasplante en comparación con el testigo. Esto se puede atribuir a que los aminoácidos funcionan como activadores metabólicos que benefician la asimilación de nutrientes en plantas de *C. chinense*, ya que, al tener una mayor actividad metabólica la planta puede asimilar mejor y en mayor cantidad los nutrientes disponibles (Trovato et al., 2021). Este resultado concuerda con lo reportado por Paredes et al. (2023), quienes señalaron que los bioestimulantes a base de aminoácidos aumentaron significativamente la altura de *Capsicum annuum* var. Jalapeño, lo que sugiere que estos compuestos influyen positivamente en la elongación celular y el crecimiento apical en la planta.

Con respecto al diámetro del tallo, se demostró un mayor aumento entre los tratamientos, resaltando Stimplex®, producto a base de *Ascophyllum nodosum*, macroalga que actúa como un desestresante natural para las plantas y mejorador del desarrollo vegetativo. Así mismo, por la cantidad de auxinas que posee esta macroalga, estimula la producción de ramas laterales y la distribución de follaje. Resultados similares han sido reportados por Pohl et al. (2019), quienes informaron que la aplicación de extractos de algas en *C. annuum* provocaron el aumento en el diámetro del tallo, peso de las hojas y área foliar. Sin embargo, en este estudio, el desarrollo del área foliar no presentó diferencias estadísticamente significativas; solo se obtuvieron medias superiores en los tratamientos, resaltando Stimplex® sobre los otros bioestimulantes. Esto puede deberse potencialmente a que la acción de auxinas en la planta consiste en regular el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Capsicum* spp. al estimular la división y elongación celular e impulsar el desarrollo del tejido vascular (Mao et al., 2023). Resultados similares fueron reportados por Pohl et al. (2019), quienes mencionan que la aplicación de extractos de algas mejora las condiciones del área foliar en las plantas de la familia *Solanaceae*.

En relación con el índice de clorofila, aunque en las primeras mediciones se observaron algunas diferencias estadísticamente significativas a los 14 y 22 ddt, no se mantuvieron esas medidas



durante el experimento, lo cual indica que los bioestimulantes no tuvieron un efecto sostenido sobre esta variable. Esto coincide parcialmente con lo encontrado por Jiménez-Morejón et al. (2023), quienes mencionaron que los efectos fisiológicos de los bioestimulantes pueden ser más evidentes en condiciones de estrés o deficiencia nutricional, condiciones que no se presentaron en este estudio.

En el rendimiento, aunque no se presentaron diferencias estadísticas significativas, mostró un ligero incremento con los tratamientos Nutriplus® (12.96 t ha<sup>-1</sup>) y Universal® (12.40 t ha<sup>-1</sup>) en comparación con el Testigo (11.33 t ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, estos resultados difieren de lo reportado con otros bioestimulantes a base de extractos de *Ecklonia maxima* (Kelpak®, 29.8 t ha<sup>-1</sup>) y *Streptomyces* spp. (Castell®, 32.36 t ha<sup>-1</sup>), los cuales mostraron incrementos del 35.4 y 47.1 %, respectivamente, en el rendimiento de *C. chinense* (Testigo = 22.0 t ha<sup>-1</sup>, Chan-Cupul et al., 2025). Asimismo, en granos básicos Barreto-Macias et al. (2023) en arroz (*Oryza sativa* L.) y por Villanueva-Quispe (2024) en maíz (*Zea mays* L.), han reportado que los bioestimulantes aportaron beneficios al rendimiento de ambos cultivos, aunque la respuesta depende de las condiciones de manejo de cada uno.

Finalmente, en cuanto a la calidad del fruto, Nutriplus® mejoró significativamente el peso y el ancho del fruto, lo cual indica un efecto positivo en la acumulación de biomasa y formación de los frutos. Estos resultados concuerdan con Murillo-Cuevas et al. (2025), quienes reportaron que Genifix®, bioestimulante a microbiano a base de diversas cepas de *Bacillus* spp., incrementó las variables de calidad de fruto en *C. annuum*; los incrementos fueron del 23.8, 18.2 y 11.9 % para el peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto, respectivamente. Estos hallazgos refuerzan lo planteado por Botta et al. (2019), quienes mencionan que los aminoácidos pueden estimular el metabolismo de las plantas, favoreciendo la formación de frutos con mejores características en cuanto a rendimiento y calidad. Asimismo, la aplicación de bioestimulantes, incluyendo los que contienen aminoácidos y microorganismos, por pulverizaciones foliares generalmente pueden mejorar el crecimiento vegetativo, rendimiento y mejor calidad del fruto por encima de un testigo (Sarojnee et al., 2009); también, los bioestimulantes pueden incrementar la tolerancia de las hortalizas al estrés abiótico (hídrico, sales y metales pesados) (Aly et al., 2019). Como recomendación experimental se aconseja utilizar a los bioestimulantes dentro de un manejo integrado del cultivo de *C. chinense*, puesto que, si mejoran algunos parámetros agronómicos y calidad de fruta, pero no el rendimiento bajo las condiciones en las que se realizó el estudio.

## CONCLUSIONES

Los bioestimulantes Nutriplus® y Stimplex® estimularon el crecimiento vegetal (altura y diámetro del tallo) de *Capsicum chinense* var. Megalodon en ciertos muestreos después del trasplante. Ninguno de los bioestimulantes mejoró el rendimiento de *C. chinense*. Sin embargo, Nutriplus® mejoró el peso (13.20 %) y ancho (8.88 %) de los frutos de *C. chinense*.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los estudiantes de agronomía Omar Gómez y Omar Ávalos por el apoyo brindado en las actividades agronómicas que requirió el cultivo en invernadero.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

- Aly, A., Eliwa, N., & El Megid, M. H. A. (2019). Improvement of growth, productivity and some chemical properties of hot pepper by foliar application of amino acids and yeast extract. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1), 831–839. <https://doi.org/10.5219/1160>
- Barreto-Macías, A., Jiménez, R., Facuy, J., & Barreto, K. (2023). Efecto de bioestimulantes orgánicos como complemento de la fertilización edáfica en (*Oryza Sativa* L.), variedad SFL-11 zona Santa Lucía – Guayas. *MQR Investigar*, 7(2), 358-380. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.358-380>
- Botta, A., Marín, C., Borda, E., Sierras, N., de la Mata, J. F., & Pascual, A. A. (2019). Bioestimulantes orgánicos: un enfoque a su caracterización y manejo dentro de una estrategia agrícola integrada, sostenible y competitiva. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, 3(13), 45-49.
- Chan-Cupul, W., Novoa-Lizaola, B. Y., Sánchez-Rangel, J. C., Ail-Catzim, C. E., & Ruiz-Sánchez, E. (2025). Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de *Capsicum chinense* en invernadero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 12(3), e4252. <https://doi.org/10.19136/era.a12n3.4252>
- Díaz, E., & Guzmán, M. (2004). Características de los fertilizantes para su uso en la fertirrigación. *Medios, Agua y Fertilizantes*. Manual para el uso de los fertilizantes en fertirrigación. Departamento de Producción Agrícola CUCBA. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México. 191 p.
- Du-Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Du-Jardin, P. (2019). ¿Cómo actúan los bioestimulantes para plantas?. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, 31(3), 18-19.



- Ertani, A., Sambo, P., Nicoletto, C., Santagata, S., Schiavon, M., & Nardi, S. (2015). The use of organic biostimulants in hot pepper plants to help low input sustainable agriculture. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2(11), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40538-015-0039-z>
- Estrella-Maldonado, H., Hernández-García, J., Santillán-Mendoza, R., Flores de la Rosa, F. R., Matilde-Hernández, C., Chan-León, A., & Adame-García, J. (2026). Impacto de la fertilización con bioestimulantes microbianos en la morfología, color y acumulación de carotenoides en frutos de chile habanero (*Capsicum chinense*) cultivados en macrotúnel. *Biotecnia*, 28, e2764. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v28.2764>
- Jiménez-Morejón, E., Santana Aragone, D., Cartagena Faytong, M., Rivera Reyes, R., & Bustamante Intriago, E. (2023). Bioestimulantes orgánicos en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Conocimiento Global*, 8(2), 1-17.
- Llamas, R. D. D., Chan, C. W., García, L. F. A., & Hernández, O. H. A. (2024). Rendimiento de dos híbridos de *Capsicum chinense* Jacq. en bolsas de cultivo con fibra de coco. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 28, 43-54. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.24.28.04>
- López-Puc, G., Rodríguez-Rodríguez J. D., Ramírez-Sucre M. O., & Rodríguez-Buenfil I. M. (2020). Manejo agronómico y los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo de chile habanero. En: *Metabolómica y cultivo del chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) de la Península de Yucatán*. CIATEJ. México. pp: 4-23.
- Mao, L., Tian, W., Shen, Y., Huang, Y., Lu, J., Zhang, X., Sun, Y., Dai, Y., Zhou, Y., Yang, B., Ou, L., Zou, X. & Liu, Z. (2023). Auxin-related MYB (CaSRM1) is involved in leaf shape development and reproductive growth in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 322, 112383. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112383>.
- Murillo-Cuevas, F. D., Adame-García, J., Cabrera-Mireles, H., & Fernández-Viveros, J. A. (2025). Efecto de bioestimulantes microbianos en plántulas y frutos de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) producidos en macrotúnel. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 11:e011015. <https://doi.org/10.30973/aap/2025.10.0111015>
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera, M., Adame, J., Vásquez, A., Martínez, A., & Moctezuma, R. (2021). Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1473-1481. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2900>
- Paredes, I. Diadrix, N. Velasco, V., & Vinicio, E. (2023). Evaluación del efecto de cuatro bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*). Tesis Licenciatura en Agronomía, Universidad Técnica Cotopaxi. La Maná, Ecuador. 78 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11465>
- Pohl, A., Kalisz, A., & Sekara, A. (2019). Seaweed extracts' multifactorial action: influence on physiological and biochemical status of Solanaceae plants. *Acta Agrobotanica*, 72(1), 1758. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v14i1.4299>



- Rodríguez-Hernández, M. G., Gallegos, M. Á., Rodríguez, L., Fortis, M., Luna, J. G., & González-Salas, U. (2020). Cepas nativas de *Bacillus* spp. como una alternativa sostenible en el rendimiento de forraje de maíz. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 313-321. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.690>.
- Sarojnee, D.Y., Navindra, B., & Chandrabose, S.R. (2009). Effect of naturally occurring amino acid stimulants on the growth and yield of hot peppers (*Capsicum annum* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 5, 414-424
- Trovato, M., Funck, D., Forlani, G., Okumoto, S. & Amir, R. (2021). Editorial: Amino acids in Plants: Regulation and functions in development and stress defense. *Frontiers in Plant Science* 12, 772810. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.772810>
- Villanueva-Quispe, C. (2024). Efecto de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento y calidad de maíz choclero (*Zea mays* L.) en condiciones de Huariaca Pasco. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Alcides Carrion, Pasco, Perú. 99 p. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3984>