

Nota técnica

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE PEPINO Y MELÓN EN INVERNADERO

Julio Gabriel-Ortega^{1/}, Mirian Chilan-Mata², Washington Narváez-Campana³, Fernando Ayón-Villao⁴, William Merchán-García⁵, Heidi Flores-Ramírez⁶, Gema Burgos-López⁷*

Palabras claves: estadios; producto orgánico; sustancias húmicas; aminoácidos; bacterias; extractos.

Keywords: stages; organic product; humic substances; amino acids; bacteria; extracts.

Recibido: 18/04/24

Aceptado: 05/07/24

RESUMEN

Introducción. Los bioestimulantes son productos orgánicos que mejoran la absorción de nutrientes de las plantas, entre ellos sustancias húmicas, aminoácidos, extractos de algas y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas; y se han identificado numerosos mecanismos y de selectividad de bioestimulantes para nutrientes específicos. **Objetivo.** Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de pepino y melón en invernadero. **Materiales y métodos.** Se evaluaron los bioestimulantes BioRemedy 2,0 g L⁻¹, Grand Sill 2,0 g L⁻¹, Fossil 5,0 g L⁻¹, L-Amino 2,0 mL L⁻³ y un Testigo (con aplicación de solo agua), en tres estadios de desarrollo de los cultivos. El experimento

fue establecido bajo un diseño experimental completamente aleatorio desbalanceado con 10 tratamientos. Cada unidad experimental estuvo constituida por tres hileras. Las variables de respuestas fueron: altura de planta, grosor de tallo, número de frutos, tamaño del fruto, volumen del fruto y peso de frutos (rendimiento). **Resultados.** Los bioestimulantes tuvieron mejor efecto en la altura de planta, diámetro de tallo, volumen de fruto en el pepino. En melón los bioestimulantes tuvieron mayor efecto en el volumen de fruto y peso. Se encontró que Fossil mostró mejor efecto para la altura de planta en ambas especies y el BioRemedy resultó ser el mejor para el diámetro de tallo, volumen de fruto, peso de fruto y número de frutos. **Conclusión.** El BioRemedy fue el mejor bioestimulante para el diámetro de tallo, el volumen y peso de fruto para el cultivo de pepino

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: julio.gabriel@unesum.edu.ec

1 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

 0000-0001-9776-9235.

2 Profesional independiente, Jipijapa, Ecuador.

 0009-0009-6337-4206.

3 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

 0000-0002-6674-2088.

4 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

 0000-0003-4772-9344.

5 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

 0000-0002-0328-9001.

6 Profesional independiente, Manta, Ecuador.

 0000-0001-9969-8864.

7 Profesional independiente, Portoviejo, Ecuador.

 0000-0002-0025-3679.

y melón. El L-amino tuvo mejor respuesta para diámetro de tallo en melón.

ABSTRACT

Effect of biostimulants on growth and production of cucumber and melon in greenhouse. Introduction. Biostimulants are organic products that improve plant nutrient absorption, for instance humic substances, amino acids, algae extracts and plant growth-promoting bacteria; and numerous mechanisms and selectivity of specific biostimulants for specific nutrients have been identified. **Objective.** Determine the effect of the application of biostimulants on the production of cucumber and melon in the greenhouse. **Materials and methods.** The biostimulants BioRemedy 2.0 g L⁻¹, Grand Sill 2.0 g L⁻¹, Fossil 5.0 g L⁻¹, L-Amino

2.0 mL L⁻³ and a Control with application of only water were evaluated in three stages of crop development. The experiment was established as a completely randomized unbalanced experimental design with 10 treatments. Each experimental unit consisted of three rows. The response variables were: plant height, stem thickness, number of fruits, fruit size, fruit volume and fruit weight (yield). **Results.** The biostimulants had a better effect on plant height, stem diameter, and fruit volume for cucumber. For the melon, fruit volume and weight were affected by biostimulants. It was found that Fossil showed the best effect for plant height in both species and BioRemedy turned out to be the best for stem diameter, fruit volume, fruit weight and number of fruits. **Conclusion.** BioRemedy was the best biostimulant for stem diameter, volume and fruit weight for cucumber and melon cultivation. L-amino had the best response for stem diameter in melon.

INTRODUCCIÓN

Lobos *et al.* (2020) mencionan que la producción de hortalizas en invernadero es un sistema de cultivo intensivo y tecnológico que puede garantizar la disponibilidad de productos frescos fuera de temporada durante todo el año, independientemente de las condiciones ambientales, aumentando al mismo tiempo la calidad del producto final. Sin embargo, este sistema de cultivo requiere altos insumos de energía y recursos naturales que deben estar alineados con el concepto de agricultura sostenible y el cambio climático actual, en adición a las crecientes demandas de los consumidores de productos de alta calidad y seguridad alimentaria (Andrade Banalcazar y Rodríguez Fernández 2020, Petropoulos 2020). Por lo tanto, la horticultura moderna necesita reinventarse y explorar nuevos caminos que sostengan los recursos naturales, aumenten la productividad de los cultivos dentro de tierras agrícolas limitadas y, finalmente, mejoren la calidad del producto final, de acuerdo

con las tendencias del mercado y las preferencias de los consumidores (Andrade Banalcazar y Rodríguez Fernández 2020, Petropoulos 2020).

La aplicación de bioestimulantes vegetales es un enfoque innovador y respetuoso con el medioambiente hacia la producción de cultivos sostenibles que enfrenta varias limitaciones, como la escasez de agua, el agotamiento de los recursos naturales, los factores de estrés ambiental y el cambio climático (Rouphael *et al.* 2018, Van Oosten *et al.* 2017, Craigie 2011, Tejada *et al.* 2011). El uso de bioestimulantes está indicado en cultivos de alto valor agregado como cultivo de hortalizas y sistemas de cultivos intensificados debido al alto costo de la mayoría de los productos disponibles comercialmente (Szparaga *et al.* 2019). La amplia gama de compuestos que pueden utilizarse como bioestimulantes dicta los diversos mecanismos implicados en los efectos observados, que en varios casos siguen siendo desconocidos (Ruzzi y Aroca 2015). Hasta ahora los mecanismos propuestos incluyen los efectos estimulantes sobre la actividad de las enzimas

implicadas en diversos procesos biosintéticos y de defensa (Gabriel *et al.* 2022), la actividad similar a la hormona de los componentes bioestimulantes y la mejora de la absorción de nutrientes de la planta (Ronga *et al.* 2019). Colla *et al.* (2015) mencionan los efectos establecidos que pueden inducir tolerancia contra factores estresantes abióticos y promover el crecimiento vegetativo y rendimiento de cultivos hortícolas. Las microalgas son bioestimulantes relativamente nuevos que contienen varios componentes bioactivos (polisacáridos y polifenoles) y similares a las fitohormonas que pueden aliviar los efectos negativos del estrés y promover la productividad de los cultivos (Ronga *et al.* 2019, Colla y Roupael 2020, Kulkarni *et al.* 2019). Asimismo, se han reportado efectos de varios bioestimulantes en la absorción de nutrientes de las plantas, incluyendo sustancias húmicas, aminoácidos, extractos de algas y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y se han identificado numerosos mecanismos de selectividad de bioestimulantes específicos para nutrientes específicos (Halpern *et al.* 2015).

A pesar de la prolífica investigación científica reciente sobre bioestimulantes, se necesitan más estudios para revelar los mecanismos que activan, así como identificar los bioestimulantes más adecuados para cultivos y condiciones de crecimiento específicas, especialmente subóptimas, y además sugerir las dosis óptimas y la etapa de desarrollo adecuado de la planta para su aplicación (Petropoulos 2020). Otro aspecto que debe abordarse es la viabilidad en la composición de los bioestimulantes de origen natural, que debe estandarizarse para que estén disponibles comercialmente (Petropoulos 2020).

Por lo mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes naturales en la producción asociada de pepino y melón en invernadero en tres estadios de desarrollo de las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación fue desarrollada en un invernadero de la Asociación Agroartesanal Puerto La Boca, ubicado en el Recinto Puerto La Boca perteneciente a la parroquia Puerto Cayo del cantón Jipijapa, Ecuador, en latitud: 1°18'20"S y longitud: 80°45'42" O, a una altitud aproximada de 53 msnm. El clima posee una temperatura de 24,8°C; la precipitación promedio anual es de 298 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvia en febrero, mientras que el mes más seco es agosto (Gabriel-Ortega *et al.* 2020). La temperatura promedio en el invernadero fue de 12 a 15°C en la noche y 28°C en el día.

Tratamientos

En el experimento se evaluó cuatro bioestimulantes y un tratamiento testigo, para un total de 5 tratamientos:

- Fossil 5,0 g L⁻¹.
- Gran Sill 2,5 g L⁻¹.
- L-Amino 2,0 mL L⁻¹.
- BioRemedy 2,0 g L⁻¹.
- Testigo (aplicación de agua).

Los tratamientos fueron aplicados en tres estadios de desarrollo de la planta (crecimiento, floración y fructificación). Dichos tratamientos se aplicaron en dos cultivos distintos: pepino (*Cucumis sativus* L.), y melón (*Cucumis melo* L.).

Manejo del experimento

La preparación del suelo dentro del invernadero se realizó manualmente, inicialmente se realizó la remoción y el desterronado. Asimismo, se realizó el análisis de suelo y agua en la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP-Pichilingue, determinándose que el suelo es franco-arcilloso, con una conductividad eléctrica (C.E) de 3,17 mS cm⁻¹, materia orgánica (MO) de 0,60%, 2,66 meq 100 mL⁻¹ de K, 19,43 meq 100

mL⁻¹ de Ca, y 3,87 meq 100 mL⁻¹ de Mg. Esto sugirió que el suelo tenía bajo contenido de MO por los que se aplicó biocompost para proporcionar un suelo adecuado a las plantas al momento del trasplante. El biocompost fue aplicado a una dosis de 75 kg por hilera de 33 m. Luego se procedió a la medición del terreno con cinta métrica y estacas de madera, para la formación de las platabandas de 0,50 m de ancho.

Para la pre-germinación, se prepararon cámaras húmedas con papel toalla, donde fueron sembradas las semillas de pepino y melón. A los tres o cuatro días de emergencia fueron transplandadas las plántulas a bandejas con sustrato preparado. Para el trasplante se preparó sustrato con biocompost, hoja de guaba y suelo del lugar, en una proporción 2:1:1. Se adicionó 10 kg de humus de lombriz (compuestos húmicos) y 10 g de micorriza. Una vez preparado el sustrato se procedió a llenar los hoyos, humedecerlas y dejarlas listas para el trasplante. Una vez preparadas todas las bandejas se procedió a realizar el trasplante de las plántulas con la ayuda de una pinza quirúrgica; se aplicó el fungicida carboxin + captan (vitavax) a una dosis de 3,0 g L⁻¹, para prevenir enfermedades de mal de almácigo. El riego de las bandejas se realizó dos veces por día para mantener la humedad.

El trasplante definitivo se realizó en hileras, para lo que se hicieron hoyos con una profundidad de 0,15 m a una distancia de 0,30 m entre plantas dentro de la hilera y una distancia de 1,20 m entre hileras, después se procedió al trasplante de una planta por hoyo, para un total de 124 plantas por tratamiento y 41 plantas por hilera. En el trasplante se aplicó 50 g de humus por planta para incentivar el desarrollo de raíces y tallos en un inicio para todos los tratamientos.

Durante el crecimiento a los 10 días después del trasplante (ddt) se inició el control preventivo para los Oomycetes *Pseudoperonospora cubensis* para melón y pepino (Gabriel Ortega *et al.* 2022). Se inició con aplicaciones alternadas de fungicidas sistémicos (metalaxil y mancozeb 2,5 g L⁻¹), y fungicidas de contacto (clorotalonil 2,5 mL L⁻¹). El fungicida sistémico no se aplicó

en más de tres ocasiones, para evitar la aparición de nuevos biotipos resistentes del Oomycete (Gabriel Ortega *et al.* 2022).

Para el control de insectos-plaga se realizó una aplicación alternada con un insecticida sistémico Thiamethoxan+lamda cihalotrina (0,25 mL L⁻¹) y uno de contacto (imidacloprid 0,60 g L⁻¹) y/o Neen (orgánico) 4 mL L⁻¹ (aplicación alternada) en vez del insecticida de contacto (Gabriel Ortega *et al.* 2022). Este proceso alternado fue realizado durante seis semanas. La estrategia fue eficiente para combatir insectos-plaga como la negrita (*Prodiplosis longifilia*), la mosca minadora (*Liriomyza* spp.), el pulgón (*Myzus persicae*), la polilla (*Diaphania* spp.), los trips (*Frankliniella* sp.) y la mosca blanca (*Bemisia* sp.).

Se hizo una fertilización al suelo con NPK a los 30 ddt, debido a que estos elementos no eran lo suficientemente disponibles en el suelo por el análisis realizado. Se usó Yaramira (2,0 g planta⁻¹), solufol (100 g 20 L⁻¹) y un fertilizante foliar (Chefare 25 mL 20 L⁻¹).

Se realizaron podas de formación a un tallo principal para ambos cultivos, las hojas viejas y los brotes se eliminaron para evitar la formación de otras ramas secundarias. El tutoraje se realizó después de la poda, y luego se aplicó un fungicida de contacto (Mancozeb 0,47 g L⁻¹) para evitar enfermedades en las heridas causadas por la poda. El riego de las plantas se aplicó por goteo, dos veces por día, durante 15 a 20 min en cada riego. La cosecha se realizó a partir de los 120 días después del trasplante (ddt) en el melón, y a los 40 a 55 ddt en el pepino.

Diseño experimental

El experimento fue implementado en un diseño experimental desbalanceado completamente aleatorio (DCA) con 10 tratamientos (Gabriel Ortega *et al.* 2021).

Las variables de respuesta evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), volumen del fruto (cm³), peso del fruto (kg) y número de frutos por planta. La altura de planta se midió con una cinta métrica desde el cuello de la planta al nivel del suelo hasta el

ápice del tallo principal, el diámetro de tallo se midió con un escalímetro digital y el peso se fue evaluado con una balanza digital.

Análisis estadístico

Sobre la base en el modelo definido se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis acerca de los efectos fijos, así como comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey $p < 0,05$ de probabilidad. El análisis de varianza también sirvió para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron mediante el Proc GLM del SAS software (Statistical Analysis Systems version 9.4, Cary, NC 27513).

Análisis de normalidad

El análisis de normalidad para las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov al $p < 0,05$ de probabilidad no fue significativa, lo que se sugirió que las variables tuvieron

distribución normal. Asimismo, se determinó a través de la prueba de Chi Cuadrada al $p < 0,05$ de probabilidad que no hubo diferencias significativas entre las varianzas, denotado que hubo homogeneidad de varianzas. La excepción fue el volumen de fruto, que no mostró normalidad y se transformó a raíz cuadrada ($\sqrt{x+0,5}$), para el análisis de varianza y la comparación de medias.

RESULTADOS

Cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)

En pepino se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos (bioestimulantes: L-Amino, Fossil, Testigo, Grand Sill y Bioremedy), determinándose que tuvieron efectos sobre el Dtallo, Vfruto y Nfrutos (Tabla 1). Los coeficientes de variación (CV), estuvieron entre 15 a 30%, rango permitido para este tipo de investigaciones.

Tabla 1. Análisis de varianza para altura de planta (m), diámetro de tallo (cm), volumen de fruto (cm³), peso de fruto (kg) y número de frutos en pepino (*Cucumis sativus* L.).

FV	gl	Cuadrados medios				
		Aplanta	Dtallo	Vfruto	Pfruto	Nfrutos
Trat	4	0,25ns	0,17**	353,59**	0,01ns	4,80*
Error	95	0,15	0,02	81,29	0,01	1,92
Total	99					
CV (%)		17,44	14,38	15,87	30,46	18,75

*: Significativo al $p < 0,05$ de probabilidad, **: Altamente significativo al $p < 0,01$ de probabilidad, ns: No significativo, Dtallo: Diámetro de tallo (mm), Vfruto: Volumen de fruto (cm³), Pfruto: Peso de fruto (kg), Nfrutos: Número de frutos.

El análisis de medias de los tratamientos (bioestimulantes: L-amino, Fossil, Grand Sill y Bioremedy) mediante la prueba múltiple de Tukey, mostró diferencias significativas al $p < 0,05$ de probabilidad (Tabla 2), para Dtallo y Vfruto, determinándose que Bioremedy tuvo mejor respuesta respecto del testigo y los demás bioestimulantes para las variables analizadas.

Las otras variables como Aplanta, Pfruto y Nfrutos no mostraron diferencias significativas.

Cultivo de melón (*Cucumis melo* L.)

El análisis de varianza (ANDEVA) para melón mostró diferencias altamente significativas al $p < 0,01$ de probabilidad para los

tratamientos (bioestimulantes: L-amino, Fosill, Testigo, Grand Sill y Bioremedy), determinándose que tuvieron efectos sobre el Dtallo, Vfruto y Pfruto (Tabla 3). Los coeficientes de variación (CV), estuvieron entre 16 a 32%.

Tabla 2. Análisis de medias para pepino (*Cucumis sativus* L.) mediante la prueba múltiple de Tukey al $p < 0,05$ de probabilidad.

Tratamiento	Aplanta	Dtallo	Vfruto	Pfruto	Nfrutos
Fosil	2,40 a	1,07 ab	54,58 ab	0,47 a	7,70 a
Bioremedy	2,19 a	1,18 a	62,28 a	0,44 a	8,10 a
Testigo	2,19 a	1,05 abc	52,93 b	0,44 a	7,20 a
L-amino	2,16 a	0,92 c	53,96 b	0,44 a	6,90 a
Grand sill	2,10 a	1,02 bc	60,37 ab	0,46 a	7,10 a
DSH	0,34	0,13	7,92	0,42	1,22 a

DSH: Diferencia significativa honesta, Dtallo: Diámetro de tallo (mm), Vfruto: Volumen de fruto (cm³), Pfruto: Peso de fruto (kg), Nfrutos: Número de frutos.

Tabla 3. Análisis de varianza para altura de planta (m), diámetro de tallo (cm), volumen de fruto (cm³), peso de fruto (kg) y número de frutos en melón (*Cucumis melo* L.).

FV	gl	Cuadrados medios			
		Aplanta	Dtallo	Vfruto	Pfruto
Trat	4	0,71ns	0,13**	69434,43**	0,22*
Error	95	0,08	0,03	18137,46	0,08
Total	99				
CV (%)		24,39	18,74	15,87	31,59

*: Significativo al $p < 0,05$ de probabilidad, **: Altamente significativo al $p < 0,01$ de probabilidad, ns: No significativo, Dtallo: Diámetro de tallo (mm), Vfruto: Volumen de fruto (cm³), Pfruto: Peso de fruto (kg), Nfrutos: Número de frutos.

El análisis de medias de los tratamientos (bioestimulantes: L-amino, Fosill, Testigo, Grand Sill y Bioremedy) mediante la prueba múltiple de Tukey, mostró diferencias significativas al $p < 0,05$ de probabilidad (Tabla 4), para Aplanta

y Dtallo el mejor tratamiento fue el L-amino respecto del Bioremedy. Para volumen de fruto el mejor tratamiento fue Bioremedy respecto del testigo. Respecto del Pfruto, no se observaron diferencias significativas.

Tabla 4. Análisis de medias para melón (*Cucumis melo* L.) mediante la prueba múltiple de Tukey al $p < 0,05$ de probabilidad.

Tratamiento	Aplanta	Dtallo	Vfruto	Pfruto
L-amino	1,40 a	0,99 a	411,23 ab	1,00 a
Testigo	1,28 ab	0,79 b	317,75 b	0,86 a
Fosil	1,24 ab	0,82 b	314,93 b	0,82 a
Grand sill	1,12 bc	0,81 b	340,19 ab	0,87 a
Bioremedy	0,91 c	0,88 ab	444,99 a	1,06 a
DSH	0,25	0,14	118,43	0,26

DSH: Diferencia significativa honesta, Dtallo: Diámetro de tallo (mm), Vfruto: Volumen de fruto (cm³), Pfruto: Peso de fruto (kg), Nfrutos: Número de frutos.

DISCUSIÓN

Futureco bioscience (2024), menciona que los bioestimulantes son materiales que contienen sustancia(s) y/o microorganismos cuya función, cuando se aplica a las plantas o a la rizosfera, es estimular los procesos naturales para beneficiar la absorción de nutrientes y la eficiencia de los mismos, la tolerancia al estrés abiótico, y/o la calidad de los cultivos, independientemente de su contenido en nutrientes.

Dentro de los tipos de bioestimulantes, existen de base ácida, extractos de algas y plantas, bioestimulantes microbianos y compuestos inorgánicos (Rodríguez Millán *et al.* 2013). En cada caso, estas sustancias presentan sus propios beneficios en cuanto a la mejora de la fertilidad, la potenciación del vigor, ventajas en la salud de la planta y aumento en la calidad de los cultivos agrícolas. En todos los casos, el momento y la dosis de aplicación del bioestimulante son fundamentales y deben ajustarse a cada cultivo y región.

Por su parte, Ribaut y Poland (2000), mencionan que la aplicación de los bioestimulantes, permite que las plantas desarrollen frente a los organismos patógenos, mecanismos de defensas muy complejos y variados. Estos mecanismos pueden ser constitutivos o inducibles. Los mecanismos inducibles se pueden activar sistémicamente en células y tejidos alejados, adquiriendo la planta una inmunidad fisiológica. En este sentido, el resultado es la inducción de Resistencia Sistémica y con ello, de un conjunto de proteínas y compuestos de defensa que incluyen enzimas involucradas en la vía de síntesis de los fenilpropanoides (Fenilalanina amonio liasa (PAL); Chalcona sintasa (CHS), Peroxidasas (PO), entre otras), glicoproteínas ricas en hidroxiprolina (HyP), relacionadas con el reforzamiento de la pared celular, y Glucanasas y Quitinasas que hidrolizan las paredes celulares de los hongos.

Sin embargo, se requieren de más estudios para comprender mejor el uso de los bioestimulantes, varios autores reportaron algunas desventajas que se deben considerar al momento de aplicar estos bioestimulantes (Starobinsky *et al.* 2021), algunos de los cuales es que son costosos, el mal

uso de los bioestimulantes, traducido en excesos de dosificación, puede causar efectos negativos en los cultivos (Starobinsky *et al.* 2021).

En el presente trabajo de investigación, no se determinaron efectos negativos y fue notorio que los bioestimulantes incentivaron a una mayor altura de planta, diámetro de tallo, volumen de fruto en el cultivo de pepino. Por otro lado el volumen de fruto y peso de fruto en el cultivo de melón presentaron diferencias asociadas a los bioestimulantes. Al respecto Romero (2011), menciona que en un experimento con el melón Edisto 47 con sistemas de poda y la aplicación foliar de bioestimulantes, demostró diferencias estadísticas para la producción de frutos por hectárea. Asimismo, el autor indica que la implementación de aspersión de bioestimulantes Vitazyme (1,0 L ha⁻¹) y Enerplant (20 g ha⁻¹) en cuatro fases del desarrollo (3, 5, 7 y 9 semanas), permitió obtener una rentabilidad que supera al testigo absoluto (sin aplicación). Los resultados reportados en la presente investigación concuerdan con los reportados por Gabriel Ortega (2021) y Gabriel-Ortega *et al.* (2022), en pepino.

Se determinó que el Fossil mostró mejor efecto para la altura de planta para pepino y melón, mientras que el BioRemedy resultó ser mejor para el diámetro de tallo, volumen de fruto, peso de fruto y número de frutos. En referencia a lo mencionado, Gabriel-Ortega *et al.* (2022) al evaluar estos bioestimulantes encontraron diferencias significativas para altura de planta con el BioRemedy, Fossil, L-amino y el testigo respecto a Grand sill, sin diferencias significativas entre las demás variables.

En este estudio se observó mejores resultados para el Fossil versus el Grand sill y el BioRemedy, contrariamente a lo observado por Gabriel-Ortega *et al.* (2022) en tomate. Asimismo, se determinó que para el peso de fruto los bioestimulantes L-amino y el BioRemedy fueron mejores que Fossil. En cambio, Gabriel-Ortega *et al.* (2022) observaron un mejor efecto del BioRemedy en comparación al testigo y los demás tratamientos. Estos resultados, concuerdan lo que se encontró en este experimento donde se determinó

que el bioestimulante BioRemedy fue el mejor respecto del L-amino.

Se debe mencionar que, el BioRemedy es un producto orgánico compuesto de ácidos húmicos, matadextrina, sacarosa, extracto de algas y aminoácidos totales, que incentiva el desarrollo de rizobacterias que promueven el crecimiento de la planta, bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, bacterias promotoras de enzimas extracelulares, hongos que promueven la descomposición, transformación y ciclo de los nutrientes del suelo (White *et al.* 2016). En cambio, el Grand sill es un biocatalizador que estimula la función de respiración, endurece el tallo, hojas y raíces que las hace resistentes (White *et al.* 2016). El L-amino es un complejo de aminoácidos que se utiliza como bioestimulador foliar y puede incrementar la resistencia de la planta a condiciones adversas. Finalmente el Grand sill contiene silicio, potasio y ácido monosilícico y actúa como potenciador agrícola, el cual aumenta la conductividad eléctrica, incrementa la capacidad de intercambio catiónico e incorpora minerales insolubles, estimulando la actividad microbiana en el suelo, mejora la estructura de los suelos y por ende el manejo del agua, como consecuencia las plantas tendrán accesos a más nutrientes, resistirán mejor el estrés e incrementará notablemente la producción (White *et al.* 2016).

Respecto al peso de fruto no hubo diferencias significativas para ninguno de los tratamientos. Sin embargo, se observó una tendencia de mejor rendimiento para los tratamientos realizados con BioRemedy y L-Amino respecto del testigo.

CONCLUSIONES

El Bioremedy mostró mejor respuesta para el diámetro de tallo y el volumen de fruto para el cultivo de pepino, respecto del testigo y los demás tratamientos. Para peso de fruto y número de frutos no hubo diferencias notorias.

El L-amino tuvo mejor respuesta para diámetro de tallo y diámetro de tallo en melón, respecto del testigo y los demás bioestimulantes.

Respecto al volumen de fruto en el cultivo de melón hubo mejor respuesta con Bioremedy. No hubo diferencias significativas de respuesta en el peso de fruto.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Producción de hortalizas en invernadero y campo. Fase I-2022, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. A las personas agricultoras de Puerto La Boca y al estudiantado involucrado en esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Andrade Banalcazar, D; Rodríguez Fernández, P. 2020. Producción sostenible de pepino (*Cucumis sativus* L.) con la aplicación de bioestimulantes foliares en casa de cultivo protegido (en línea). Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes 10(2):17-25. Consultado 6 set. 2023. Disponible en http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/106/45
- Colla, G; Nardi, S; Cardarelli, M; Ertani, A; Lucini, L; Canaguier, R; Roupael, Y. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196:28-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.037>
- Colla, G; Roupael, Y. 2020. Microalgae: New Source of Plant Biostimulants. *Agronomy* 10:1240. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091240>
- Craigie, J. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23:371-393. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Futureco bioscience. 2024. ¿Qué son los bioestimulantes agrícolas?. Consultado 6 set. 2023. Disponible en <https://www.futurecobioscience.com/bioestimulantes-agricolas/>
- Gabriel Ortega, J; Valverde Lucio, A; Indacochea Ganchozo, B; Castro Piguave, C; Vera Tumbaco, M; Alcívar Cobeña, J; Vera, R. 2021. Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios (en línea). Guayaquil: Grupo de capacitación e investigación pedagógica. 205 p. Consultado 6 set. 2023. Disponible en <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/625>
- Gabriel Ortega, J. 2021. Libro verde Agro - UNESUM informa. Producción de hortalizas de alta calidad en condiciones de invernadero. Guayaquil: Editorial Grupo Compas (en línea). 212 p. Consultado 6 set. 2023. Disponible en https://www.academia.edu/45602984/Libro_verde_Agro_UNESUM_informa

- Gabriel-Ortega, J; Chonillo Pionce, P; Narváez Campana, W; Fuentes Figueroa, T; Ayón Villao, F. 2022. Evaluación de cuatro bioestimulantes en la inducción de la resistencia sistémica en pepino (*Cucumis sativus* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) en monocultivo y cultivo asociado en invernadero. *Journal of the Selva Andina Research Society* 13(2):69-79. DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2022.130200069>
- Gabriel-Ortega, J; Delvalle-García, J; Padilla-Piloso, J; Pincay-Quijije, N; Ayón-Villao, F; Narváez-Campana, W; González-Vázquez, A. 2020. Innovaciones en la matriz productiva hortícola para reducir el efecto del cambio climático en Puerto La Boca, Jipijapa, Ecuador (en línea). *Journal of the Selva Andina Research Society* 11(1):2-17. Consultado 6 set. 2023. Disponible en http://www.scielo.org/bo/pdf/jsars/v11n1/v11n1_a02.pdf
- Halpern, M; Bar-Tal, A; Ofek, M; Minz, D; Muller, T; Yermiyahu, U. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Adv. Agron.* 130:141-174.
- Kulkarni, MG; Rengasamy, KRR; Pendota, SC; Gruz, J; Plačková, L; Novák, O; Doležal, K; Van Staden, J. 2019. Bioactive molecules derived from smoke and seaweed *Ecklonia maxima* showing phytohormone-like activity in *Spinacia oleracea* L. *New Biotechnol.* 48:83-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.08.004>
- Lobos, P; Vega, B; Carrasco, J. 2020. Producción de hortalizas bajo invernadero. Utilización de una unidad de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias in *Manual de prácticas y lecciones aprendidas para adaptación al cambio climático para la agricultura de secano de la región de O'Higgins Chile* (en línea). Consultado 19 set. 2023. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68837/Capitulo%209.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Petropoulos, SA. 2020. "Practical applications of plant biostimulants in greenhouse vegetable crop production". *Agronomy* 10(10):1569. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101569>
- Ribaut, JM; Poland, D. 2000. Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. *Texcoco: CIMMYT, Texcoco, México*. Consultado 19 set. 2023. Disponible en <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/583/70296.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez Millán, KA; Monreal Vargas, CT; Huerta Diaz, J; Soria Colunga, JC; Jarquín Gálvez, R. 2013. Aporte de microorganismos benéficos por la Incorporación al suelo de residuos deshidratados de Col (*Brassica oleracea* var capitata) y su Efecto en el pH. *Revista mexicana de fitopatología (en línea)* 31(1):29-44. Consultado 6 set. 2023. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v31n1/v31n1a4.pdf>
- Romero, R. 2011. Efecto de tres sistemas de poda y aplicación de bioestimulantes en el cultivo de melón *Cucumis melo* L. híbrido Edisto. Tesis, Machala, Ecuador Universidad Técnica de Machala. sp. Consultado 6 set. 2023 Disponible en https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UTMACH_cbea1587809ff3e2cfb554c8da0172c6
- Ronga, D; Biazzi, E; Parati, K; Carminati, D; Carminati, E; Tava, A. 2019. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy* 9:192. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>
- Rouphael, Y; Kyriacou, MC; Petropoulos, SA; De Pascale, S; Colla, G. 2018. Improving vegetable quality in controlled environments. *Sci. Hort.* 234:275-289. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.033>
- Ruzzi, M; Aroca, R. 2015. Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196:124-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.042>
- Starobinsky, G; Monzón, J; Di Marzo Broggi, E; Braude, E. 2021. Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo (en línea). *Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina*. Documentos de Trabajo del CCE N° 17. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. Consultado 6 set. 2023. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_17_-_bioinsumos.pdf
- Szparaga, A; Kuboń, M; Kocira, S; Czerwinska, E; Pawłowska, A; Hara, P; Kobus, Z; Kwaśniewski, D. 2019. sustainable agriculture-agronomic and economic effects of biostimulant use in common vean cultivation. *Sustainability* 11:4575. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11174575>
- Tejada, M; Benitez, C; Gómez, I; Parrado, J. 2011. Use of biostimulants on soil restoration: Effects on soil biochemical properties and microbial community. *Appl. Soil Ecol.* 49:11-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.07.009>

- Van Oosten, MJ; Pepe, O; De Pascale, S; Silletti, S; Maggio, A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 4:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
- White, CA; Holmes, HF; Morris, NL; Stobart, RM. 2016. A review of the benefits, optimal crop management practices and knowledge gaps associated with different cover crop species (en línea). Warwickshire: Agriculture and Horticulture Development Board. 94 p. Consultado 6 set. 2023. Disponible en <https://ahdb.org.uk/a-review-of-the-benefits-optimal-crop-management-practices-and-knowledge-gaps-associated-with-different-cover-crop-species>



Agronomía Costarricense. Universidad de Costa Rica. Se encuentra licenciada con Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr