ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN LA ETAPA REPRODUCTIVA DE PLANTAS DE PEPINO

Leonardo Manuel Tovar Pacheco[1]; María Victoria Rodríguez García[2]; Leonel Sandro Maldonado Méndez[3]; María Eugenia Gallardo Rodríguez[2]; Ricardo Yáñez López[2]; Luis Patricio Guevara Acevedo[2§]

[1]Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [2]TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [3]TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Cuitzeo 401 Cuitzeo de los Naranjos, Abasolo, Guanajuato. § Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En esta investigación se analizó el impacto de las aplicaciones foliares de ácido succínico y algas marinas sobre producción de pepino. El experimento se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Roque (TecnMNR), donde se trasplantaron plántulas de pepino de la variedad Fuzeta® (Bejo) en bolsas de plástico de 25x37 cm, con una planta por bolsa. Diez días después del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 3 bloques y 3 tratamientos: ácido succínico (Meyer®) a dosis de 100 ppm, algas marinas (NG-PLUS®) a dosis de 5mL L^{-1}, su combinación, y un testigo comercial FertiPlus a dosis de 2 ml L^{-1}. A los 53 ddt las variables evaluadas fueron largo de fruto (cm), ancho de fruto (mm) y peso de fruto (g). Los resultados de estas variables fueron evaluados en el programa SAS para Windows ver 9.4, en donde en los resultados se observa que el tratamiento de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5ml L^{-1} presentó los mayores valores para las variables evaluadas.

Palabras clave: *Acido succínico, peso de fruto, cosecha, foliar, algas marinas, largo de fruto*

ABSTRACT

In this research, the impact of foliar applications of succinic acid and seaweed on the growth of cucumber plants was analyzed. The experiment was carried out at TecnMN Roque, where cucumber seedlings of the Fuzeta® (Bejo) variety were transplanted in 25x37 cm plastic bags, with one plant per bag. Ten days after transplanting (ddt), the treatments were applied following a completely randomized block experimental design, with 3 blocks and 3 treatments: succinic acid (MEYER®), seaweed (NG-PLUS®), their combination, and a commercial control FertiPlus. At 53 ddt, the variables evaluated were fruit length (cm), fruit width (mm) and fruit weight (g). The results of these variables were evaluated in the SAS program for Windows ver 9.4 (SAS, 2002), where the results show that the succinic acid + algae treatment at a dose of 100 ppm + 5mL L^{-1} presented the highest values for the variables evaluated.

Keywords: *Succinic acid, fruit weight, harvest, foliar, seaweed, fruit length, fruit weight, fruit length*

INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son organismos o compuestos que favorecen la nutrición vegetal, mejoran la resistencia de las plantas frente a factores de estrés abiótico y potencian tanto el rendimiento como la calidad de los cultivos (Yakhin *et al*., 2017). Estos productos tienen el potencial de incrementar tanto la producción como la calidad de las cosechas. Además, se emplean con regularidad para reducir la dependencia de fertilizantes químicos. De igual manera, los productos clasificados como no nutricionales ayudan a disminuir el uso de fertilizantes y a aumentar la resistencia de las plantas frente a distintos tipos de estrés (Quintero *et al*., 2018).

Uno de los problemas en la producción de hortalizas como en el cultivo de pepino ha sido la fertilización, debido a fallos en su aplicación por un manejo incorrecto o dosis insuficientes, lo que impide que las plantas logren su máximo potencial agronómico. Por esta razón, se están explorando diversas alternativas para aumentar la producción, entre las cuales se encuentran los activadores fisiológicos, desestresantes y potenciadores del rendimiento (Hidalgo, 2020), dentro de estos activadores se encuentra el extracto de algas marinas, que favorece la producción de hormonas propias en las plantas y mejora su capacidad para absorber y transportar nutrientes del suelo. Entre sus ventajas se encuentran un mayor crecimiento, una germinación más rápida de las semillas, un retraso en el proceso de envejecimiento, una mayor resistencia a enfermedades y una mejor adaptación a situaciones de estrés (Intagri, 2016). Otro de los estos activadores fisiológicos es el ácido succínico, un estimulante que favorece la calidad del suelo y acelera el crecimiento de las plantas. También se utiliza para remojar semillas y esquejes, promoviendo el desarrollo de raíces. Además, ayuda a las plantas a resistir mejor las bajas temperaturas y la falta de agua, y refuerza su defensa frente a virus y hongos. La efectividad de este estimulante varía según el método de aplicación, lo que podría acelerar la maduración de los frutos. (Land, 2020), Es por ello que el objetivo de la investigación fue, evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido succínico, algas marinas y su combinación en parámetros de producción del cultivo de pepino bajo condiciones de túnel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se efectuó en un túnel y en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México, campus Roque. Se trasplantaron plántulas de pepino (*Cucumis sativus*) de la variedad Fuzeta® (Bejo) en bolsas plásticas de 25x37 cm, las cuales se llenaron con una mezcla de tierra lama, arena y tezontle en partes iguales. Tras rellenar las bolsas, se les aplicaron 500 mL de agua, se procedió con el trasplante y luego se regaron diariamente con un volumen aproximado de 500 mL por bolsa, manteniendo la capacidad de campo.

La fertilización del cultivo comenzó 8 días después del trasplante (ddt) a dosis de 2 g L^{-1} de nitrato de calcio CALCINIT® (YaraTera) aplicando 1 L por bolsa. A los 11 y 19 ddt, la dosis de nitrato de calcio se duplicó y a los 11 ddt se aplicaron 5 mL L^{-1} de imidacloprid Muralla Max® (Bayer), con 0.5 L por bolsa, para controlar la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante riego. A los 12 y 20 ddt, se añadió 2 mL L^{-1} de H_2SO_4 y a los 13 y 21 ddt, 2 mL L^{-1} de extracto de yuca. A los 15 y 23 ddt, se aplicaron 4 g L^{-1} de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), con 1 L por bolsa, y en esos mismos días se añadió 2 mL L^{-1} de H_2SO_4. La fertilización continuó a los 24 y 27 ddt con 2 g L^{-1} de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), con 1 L por bolsa. A los 31 ddt se comenzó el tutoreo de las plantas y se incrementó la dosis a 3 g L^{-1} de YaraTera CALCINIT® (nitrato de calcio), repitiendo la dosis en los días 35, 39, 42, 46, 49 y 53 ddt. Antes de cada aplicación de fertilizante, se regaron las bolsas con 500 mL de agua.

A los 10 días después del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental compuesto por 12 unidades experimentales, con tres tipos de tratamiento: ácido succínico Meyer® a una concentración de 100 ppm L^{-1}, algas marinas NG-Plus® a una dosis de 5 mL L^{-1}, la combinación de ambos tratamientos anteriores, y un testigo comercial con FertiPlus a una dosis de 2 mL L^{-1}.

Los tratamientos se aplicaron con un fumigador/Hand sprayer TRUPER® en los días 10, 24, 38 y 52 ddt, siguiendo un diseño experimental de 12 unidades. Cada semana se llevaron a cabo revisiones para detectar plagas en el cultivo. Por lo tanto, a los 39 ddt, se aplicó nuevamente imidacloprid Muralla Max® (Bayer), pero esta vez de forma foliar, usando una dosis de 2.5 mL por cada 10 L de agua, con el objetivo de controlar la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

A los 53 ddt se dio inicio con la primera cosecha, en la cual después de cortar cada fruto se le midió lo largo un flexómetro PRETUL®, ancho fue medido con vernier digital KEATRONIC®, y el peso con una báscula digital Electronic Kitchen Scale®. Se siguió haciendo esto durante cada cosecha las cuales fueron a los 60, 68,75 y 82 ddt, completando así un total de 5 cosechas.

Se realizaron dos podas de hojas, a los 52 y 74 ddt, con unas tijeras forjadas para poda TRUPER®.

Con los resultados de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza y cuando estos mostraron diferencias se hizo una prueba de medias Tukey ($p>0.05$) mediante el programa estadístico SAS system 9.4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La reacción de los tratamientos aplicados en las plantas de pepino mostró efecto altamente significativo ($p\geq0.01$) en las variables de largo de fruto y peso de fruto en frutos de pepino, estos valores son mayores a lo reportado por Pérez *et al* (2022) quienes reportaron valores significativos ($p\leq0.05$) por efecto de su tratamiento de algas marinas en las variables de largo de fruto y peso de fruto en frutos de pepino.

Cuadro 1. Cuadrado medio del efecto de algas marinas, ácido succínico, y su combinación en parámetros agronómicos de frutos de pepino.

FV	gl	Cuadrado Medio		
		Largo de fruto (cm)	Ancho de fruto (mm)	Peso de fruto (g)
Trat (T)	3	67.85 **	149.29 *	9393.74 **
Muest (M)	4	18.96 ns	151.66 **	5463.58 **
Bloq (B)	1	2 ns	2.17 ns	85.24 ns
T x M	12	5.4 ns	45.16 ns	2264.09 ns
EE	39	8.69	36.12	0.2
Total	59	-	-	-
CV (%)		15.6	13.9	18.3
R^2		0.51	0.53	0.0

Por otra parte, se obtuvo un efecto significativo ($p\leq0.05$) para la variable de ancho de fruto, lo que es menor a los datos obtenidos por Urriola (2020) quien al aplicar su bioestimulante de algas mostro una diferencia altamente significativa ($p\geq0.01$) en su variable de diámetro de fruto.

En la Figura1 se aprecia que se presentaron estadísticamente los valores más altos para la variable de largo de fruto con la aplicación de los tratamientos de ácido succínico a dosis de 100 ppm y la combinación de ácido succínico + algas marinas a dosis de 100 ppm L^{-1} + 5 mL L^{-1}, teniendo un promedio de 20.65 cm, mientras que el testigo comercial presentó un valor de 16.38 cm, lo que representa que la aplicación de los tratamientos aumentan en más del 26.06% el largo de fruto en comparación de FertiPlus® (Delta®), este valor es menor al reportado por López (2019) quien aumenta un 27.2% con su aplicación de algas en comparación con su testigo absoluto.

Para el caso de ancho de fruto se muestra una diferencia significativa con el uso de ácido succínico y acido succínico combinado con algas marinas con un promedio de 45.39 mm de ancho de fruto siendo mayor al

testigo utilizado FertiPlus® (Delta®) que mostró un promedio de 38.94 mm de ancho de fruto, esto es mayor a lo reportado por Atlantica (2019) quien realizó aplicación de vermicompost lixiviado a dosis de 100 mL L^{-1} y obtuvo un promedio de 40.32 mm aunque este fue mayor a su testigo utilizado.

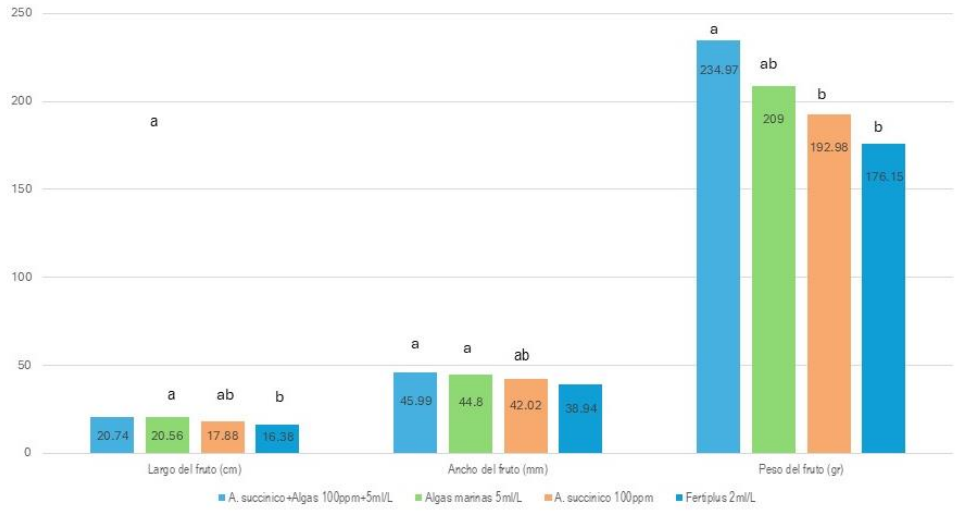

Figura 1. Reacción de la aplicación foliar de ácido succínico, algas marinas y su combinación en largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto de fruto de pepino.

En el peso de fruto el tratamiento de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5 mL L^{-1} tuvo una diferencia altamente significativa con un promedio de 234.97 g a diferencia del testigo aplicado FertiPlus® (Delta®) a dosis de 2 mL L^{-1} quien presentó 20.74% menos gramaje en los pesos de fruto de plantas de pepino con el tratamiento antes mencionado, estos datos son inferiores a lo reportado por Gómez (2015) quien obtuvo un peso promedio de 450 g en su aplicación de fosfitos de potasio.

CONCLUSIONES

Es recomendable la aplicación de ácido succínico + algas a dosis de 100 ppm + 5mL L^{-1} para la producción de pepino bajo condiciones de microtúnel, debido a que con ello se obtiene un aumento de más del 16.5% en largo de fruto, ancho de fruto y peso de fruto en comparación con aplicaciones que llega a realizar el productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlántica (2019). Bioestimulantes y aminoácidos. Consultado el 10 de diciembre de 2024. Recuperado de: https://www.academia.edu/20040853/Manual_para_producción_de_pepino.

Del Carmen UJ (2020). Influencia de la aplicación de bioestimulantes a base de extractos de algas marinas en la producción sostenible de dos cultivares de pepino *(Cucumis sativus* L.). Tesis de posgrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, República de Panamá, 82p.

Gómez B (2015). Efectos de la aplicación de biofertilizantes y fosfitos de potasio durante cultivo y un recubrimiento de poli (acetato de vinilo-co-alchol-vinilico) sobre la calidad y vida postcosecha de pepino (Cucumis sativus L.) en línea. S. I., Centro de Investigación de Química Aplicada, 30-45 p.

Hidalgo RRJ (2020). Evaluación del rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas en la zona de Simón Bolívar provincia de Guayamas. Tesis de licenciatura.

Intagri, Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (2016). Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura Extraído de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum

López C (2019). Guía técnica del cultivo de pepino. Consultado el 25 de marzo de 2025. Recuperado de: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/172

Quintero E; Calero A; Pérez Y; Enríquez L (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. Revista Centro Agrícola, 45(3), 73-80.

Warner SS; José Eladio MP; Michelle LC (2022). Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas de pepino (*Cucumis sativus L.)* en invernadero Avances en Investigación Agropecuaria 2022.

Yakhin OI; Lubyanov AA; Yakhin IA; Brown PH (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Frontiers in Plant Science, (7) 2049-2056.