TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

APLICACIÓN FOLIAR DE ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO

Evaristo Tovar Medrano[1], Luis Ramón Sánchez Rico[2§], Erik Fabián Rodríguez Segura[2], Laura Cupul Moreno[2], Ricardo Yañez 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. [§]Autor de correspondencia: luis.sr@roque.tecnm.mx

RESUMEN

En la actualidad uno de los principales problemáticas en la producción de chile serrano es el aumento y disminución de la temperatura, una alternativa para prevenir estas problemáticas es el uso de activadores fisiológicos como el ácido succínico y ácido fumárico, ya que estos también generan una madurez más precoz al fruto, teniendo como objetivo evaluar el efecto del ácido fumárico, ácido succínico y su combinación rendimiento en parámetros de producción en las plantas de chile serrano (*Capsicum annum)* variedad plata® (CapGen Seeds) que se trasplantaron en bolsas de plástico las cuales se llenaron de una mezcla de tierra lama, tezontle y composta a una proporción de 1:1:1. La aplicación de los tratamientos se realizó a los 8 días después del trasplante (ddt) en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 tratamientos y 4 bloques, donde se evaluó el número de flores, número de frutos, diámetro de fruto, largo del fruto y peso del fruto, con los resultados de cada variable obtenida se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias donde nos arrojó que la combinación de los tratamientos mostró mejores resultados en todas las variables evaluadas.

***Palabras clave**: Ácido succínico, ácido fumárico, número de flores, número de fruto, longitud del fruto.*

ABSTRACT

Currently one of the main problems in the production of serrano peppers is the increase and decrease in temperature, for which it was found that a good alternative to prevent these problems is the use of physiological activators such as succinic acid and fumaric acid, since these also generate an earlier maturity to the fruit, with the objective of evaluating the effect of them and their combination of yield in production parameters in the plants of serrano pepper (*Capsicum annum*) silver® variety (CapGen Seeds) that were transplanted in plastic bags, where the treatments were applied 8 days after transplantation (ddt) with an experimental design of completely randomized blocks with 3 treatments and 4 blocks, where the number of flowers, number of fruits, fruit diameter,

fruit length and fruit weight, with the results of each variable obtained, an analysis of variance and a mean test were carried out where it was shown that the combination of the treatments showed better results in all the variables evaluated.

Keywords. Succinic acid, fumaric acid, number of flowers, number of fruit, length of fruit.

INTRODUCCIÓN

El chile es uno de los cultivos originarios de México y con una gran importancia a nivel mundial, los usos múltiples que se le dan a este producto desde la época prehistórica y hasta el día de hoy se sigue utilizando, es por eso que hoy en México, su producción es muy importante (Aguirre, 2015), el chile serrano es el producto más representativo de México y este puede comerse en fresco, seco, cocido o como condimento en los platillos típicos de México, en la agroindustria mexicana se elaboran un sinfín de productos como: chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados (INTAGRI, 2020), el consumo *per cápita* nacional es de 17.2 kilogramos. (SeGob, 2021), lo que hace que en el año 2021 México ocupó el segundo lugar en la producción de chile verde en el mundo con una producción de tres millones 087 mil toneladas, de esa producción el 50% se exporta a 50 naciones, entre estas naciones se destaca Estados Unidos, quien adquiere 1 millón 96 toneladas en conjunto.

Uno de los principales problemas asociados en la producción del cultivo de chile serrano es la afectación de la temperatura, ya que en una temperatura menos a 15°C se paraliza su metabolismo pero si rebasa los 30°C sufre problemas de deshidratación, afectando gravemente la planta llegando a ser irremediable (Anguiano, 2010), siendo un gran problema, debido a que por las altas temperaturas el periodo de producción se acorta, ya que las altas temperaturas provocan la caída de flores, frutos pequeños y la reducción del rendimiento (Sánchez, 1997). Por esto es que se buscan soluciones para reducir esta problemática y se puede reducir con el uso de los activadores fisiológicos, en los que se encuentran los ácidos succínicos y fumáricos, ya que estos activadores tienen como función principal acelerar la madurez del fruto, así como hacer la planta más resistente a plagas y enfermedades, bajas temperaturas y a las sequias, estos activadores tienen muchos beneficios al ser utilizados en los cultivos, ya que también ayudan con la mejora del suelo agrícola, al mejor desarrollo vegetativo de las plantas y sus resistencias mejoradas (Land, 2020). Es por ello se plantea como objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de activadores fisiológicos con ácido succínico, fumárico y su combinación en parámetros de producción de chile serrano bajo condiciones de malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México-Roque, en el laboratorio de fitosanidad bajo condiciones de malla sombra, donde se realizó el trasplante de 50 plántulas de chile serrano variedad Plata® (CapGen Seeds) en bolsas de plástico las cuales se llenaron de una mezcla de tierra lama, tezontle y composta a una proporción de 1:1:1.

Se regaron las plántulas cada 3 días con cantidades de 500 mL por bolsa, en conjunto de los riegos se le aplicaron fertilizaciones de con YaraTera CALCINIT a una dosis de 1 g L^{-1} a los 136, 152, 176 ddt, se aplicó la fórmula 16-54-0 de Nutrigotas (Mezfer) a dosis de 2 g L^{-1}. Durante todas las fertilizaciones se aplicó 500 mL a cada bolsa a los 120, 128, 144,160, 168 ddt.

Para el control de plagas y enfermedades se realizaron monitoreos semanales y se aplicó imidacloprid Confidor® 350 SC (Bayer CropScience) para la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* en una dosis de 5 mL L^{-1} y para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* se aplicó Abamectin® 1.8 CE (Velsimex) en una dosis de 2 mL L^{-1}, a los 120, 135 y 150 ddt.

Para esta investigación fue necesario el uso de un diseño experimental de 4 bloques con un total de 4 unidades experimentales cada uno, en donde a se le hicieron las aplicaciones de los tratamientos a los 8, 22, 36, 50, 64, 87, 101, 115 días después de trasplante (ddt), para así evaluar los mediante muestreos realizados los días lunes y jueves de cada semana al presentarse los primeros brotes florales, para determinar el número de flores y frutos los cuales se contabilizaron de forma manual, el peso del fruto (g) el cual se obtuvo con una báscula digital SF-400, el largo del fruto (mm) con un vernier Keatronic® y el diámetro del fruto (mm) con un vernier Keatronic ®. Con los promedios arrojados en la determinación de los efectos obtenidos del ácido succínico y fumárico aplicados, realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de Tukey ($\alpha<0.05$). Los análisis fueron realizados mediante el programa computacional SAS System.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el Cuadro 1 por el análisis de varianza después de la aplicación de tratamientos de ácido succínico, ácido fumárico y su combinación de ambos mostraron efectos altamente significativos en las variables evaluadas, a diferencia de los resultados obtenidos por Hernández (2021) quien obtuvo resultados no significativos en la aplicación de sustancias húmicas en el cultivo de chile serrano.

Los muestreos arrojaron efectos significativos en las variables, número de frutos, peso del fruto, y el largo del fruto, demostrando diferencia a los datos obtenidos por (Rivera, 2013) quien obtuvo datos con significancia en el testigo en el que hizo la aplicación de micorrizas a una dosis de 400 g L^{-1} en el cultivo de chile jalapeño. Mientras que los bloques no presentaron significancia en ninguna de las variables evaluadas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables de producción por efecto de aplicación foliar de activadores fisiológicos en el cultivo de chile serrano.

FV	GL	Número flor	Número fruto	Peso Fruto	Diámetro de fruto (mm)	Largo de fruto
Trat (T)	3	3.65**	1.29**	2.79**	15.39NS	7.41**
Muest (M)	17	0.63**	0.91**	0.38**	13.44NS	3.13**
Bloq	1	0.24NS	0.00NS	0.01NS	0.06NS	0.71NS
T*M	51	0.14NS	2.07NS	0.1NS	3.07NS	1.10NS
EE	215	0.1	0.18	0.12	8.2	1.04
Total	287	-	-	-	-	-

FV: Fuente de variación, gl: Grados de libertad Trat: Tratamiento Muest: Muestreo Bloq: Bloque. Tecnológico Nacional de México campus Roque, abril 2024.

En el Cuadro 2 se destaca el número más alto de producción de flor con la aplicación de ácido succínico, a comparación de los datos de los otros tratamientos utilizados en donde hubo una diferencia de .44 flores de diferencia de la aplicación de ácido succínico y del testigo. A diferencia de la investigación realizada por (Díaz, *et al,* 2023) quienes obtuvieron una alta significancia con la aplicación de (Bocashi) en el cultivo de chile serrano. Se observa una diferencia en el número de fruto con la aplicación de la combinación con un resultado de 1.91 y en la aplicación de ácido succínico con un resultado de 1.96 frutos, este resultado difiere a los resultados obtenidos por Jiménez *et al*. (2018) quienes encontraron que no existen diferencias significativas entre la aplicación de 200 mg ha^{-1} y 250 mg ha^{-1} de quitomax, en el cultivo de pimiento California Wonder.

Para el peso del fruto presentó el mayor resultado con la aplicación de la combinación del ácido succínico y ácido fumárico con un resultado de 2.19 g a diferencia de la investigación realizada por Moreno (2019) quien encontró una diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, pero el tratamiento superior fue el testigo Steiner con 427 g, con la aplicación de algas marinas en chile jalapeño.

En los datos obtenidos para el diámetro de fruto se obtuvo el dato más alto con la aplicación de la combinación de ácido succínico y ácido fumárico con un total de 5.92 mm, a comparación de los datos obtenidos por

Mendoza (2012) quien obtuvo datos superiores con la aplicación del abono bocashi y obtuvo un resultado de 18.75 mm en cuanto al diámetro del fruto del chile jalapeño.

Para los datos obtenidos de la longitud del fruto se obtuvo un mejor rendimiento con la aplicación de la combinación (3.13 mm) en donde se observa una diferencia con plantas sin aplicación (1.44 mm) donde a diferencia de los datos obtenidos por Alcívar *et al*. (2021) quien obtuvo datos similares con la aplicación lixiviado combinado a dosis de 90 L ha^{-1} en el que obtuvo una longitud de 4.1 mm en el pimiento de variedad wonder.

Cuadro 2. Producción de plantas de chile por efecto de aplicación de diferentes tratamientos de activadores fisiológicos.

No	Trat	Dosis	N° flores	N° fruto	Peso Fruto (g)	Long. Fruto (cm)
3	Ac. Succinico + Ac. Fumarico	250 ppm + 250 ppm	2.13 a	1.91 a	2.19 a	3.13 a
1	Ac. Succinico	250 ppm	2.20 a	1.96 a	2.16 a	3.01 a
2	Ac. Fumarico	250 ppm	1.94 b	1.54 a	1.76 b	2.18 a
4	Testigo	-	1.69 c	1.26 b	1.15 c	1.44 b

Tecnológico Nacional de México campus Roque, abril 2024.

CONCLUSIONES

Con el uso la combinación de ácido succínico más ácido fumárico a dosis de 250 ppm para cada uno se aumenta en más del 26% el número de flores, número de frutos, peso de fruto y longitud del fruto en comparación con plantas sin aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre HE; Muñoz OV (2015). El chile como alimento. 2015. *Ciencia*. Recuperado de: https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf Fecha de consulta: 12 junio 2024

Alcivar MF et al. (2024) Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento (2021). Recuperado de: https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793 Fecha de consulta: 4 de octubre 2024

Anguiano BJC (2010). Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de 3 temperaturas nocturnas. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. http://eprints.uanl.mx/2043/1/1080190958.pdf

Del Ángel SR (1997). Comportamiento fenológico del cultivo de chile serrano *Capsicumm annumm* y su relación con las unidades calor. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltilllo, Coah., México. 80 p.

Díaz JJ et al (2024) Fertilización química y orgánica y su efecto sobre el rendimiento de chile serrano *(Capsicum annuum L.)* 2023. Recuperado de: http://revistabiociencias.uan.edu.mx/ Fecha de consulta: 4 de octubre 2024

Hernández DJ (2021). Respuesta del Chile serrano a la aplicación de productos orgánicos en la nutrición completa a diferentes densidades. [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 84 p.

INTAGRI (2020). Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técn. de INTAGRI. México 6 p.

Jiménez MC (2018). Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. [Artículo de Investigación de la Universidad de Granma, Carretera a Manzanillo km 17 ½, Peralejo, Apartado 21, Bayamo, Granma, Cuba.

Land (2020). Ácido succínico para plántulas de tomate. Fecha de consulta: 12/06/24

Mendoza JA (2012). Producción y Calidad de *Capsicum annuum L.* y *Allium cepa* bajo tecnologías orgánicas. [Tesis, El Colegio de la Frontera Sur]. 58 p.

Moreno GB (2019). Producción de Chile Jalapeño *(Capsicum annuum L.)* en bioespacio con aplicación de diferentes porcentajes de algas marinas como biofertilizante) [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 49p.

Rivera JC (2013). Efecto de la Concentración de ENDOVIT sobre Caracteres Agronómicos en Chile Jalapeño *(Capsicum annuum* L.) [Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 67p.

Vázquez MA (2023). México se consolida como productor mundial de chile verde. TierraFértil®. https://tierrafertil.com.mx/2023/01/27/mexico-se-consolida-como-productor-mundial-de-chile-verde/