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

BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE

Omar Eduardo Sierra Valadez[1], Sarahyt Santamaría González Figueroa[2], María Eugenia Gallardo Rodríguez[3], María Victoria Rodríguez García[3], Ricardo Yáñez López[3], Luis Patricio Guevara Acevedo3[§]

[1]Estudiante de ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [2]Campo Experimental del Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Migue de Allende Km 6.5, Celaya Gto. CP 38110. [3]TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [§]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Las algas marinas y el cannabidol (CBD) promueven el desarrollo fisiológico y aumentan su resistencia a plagas y enfermedades, actúan como bioestimulantes en las plantas. En el presente estudio para evaluar el efecto de aplicaciones foliares a base de bioestimulantes en la producción de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum)* cultivadas bajo condiciones de microtúnel. Las plantas fueron trasplantadas en bolsas de 20x30 cm con sustrato de peat moss a tres cuartas partes de su capacidad, con una plántula por bolsa, 10 días posterior al trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres tratamientos de (CBD) a una dosis de 1 mL L^{-1}, extracto de algas marinas NG-PLUS® a 4 mL L^{-1}, su combinación, y un testigo absoluto. A los 64 ddt se dio inicio a la primera cosecha, registrando mediciones como peso del fruto, diámetro ecuatorial, longitud del fruto dey grados Brix. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de medias de Tukey. Los resultados indicaron que el tratamiento con CBD presentó los mejores valores en las variables evaluadas.

Palabras clave: *Cannabidol, diámetro ecuatorial, bioestimulantes, largo de fruto, algas marinas.*

ABSTRACT

Marine algae and cannabidol (CBD) promote better physiological development and increase resistance to pests and diseases by acting as biostimulants in plants. In the present study was conducted to evaluate the effect of foliar applications of these biostimulants on tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown under microtunnel conditions. Plants were transplanted in 20x30 cm bags filled with peat moss substrate to three-quarters of their capacity, with one plant per-bag. 10 after transplanting (ddt), the treatments were applied under a completely randomized block experimental design, with three treatments to be evaluated: CBD at a dose of 1 mL L^{-1}, NG-PLUS® seaweed extract at 4 mL L^{-1}, their combination, and an absolute control. At 64 ddt, the first harvest began, recording measurements such as fruit weight, equatorial diameter, fruit length and Brix degrees. The

data obtained were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test of means. The results indicated that the CBD treatment showed the best values for the variables evaluated.

Key words: *Cannabidol, equatorial diameter, biostimulants, fruit length, seaweed.*

INTRODUCCIÓN

En el periodo comprendido entre 2006 y 2016, la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) en México registró una tasa de crecimiento promedio anual de 4.8 %, alcanzando un volumen récord de 3.3 millones de toneladas. A pesar de este incremento en la producción, la superficie total dedicada al cultivo mostró una reducción promedio anual del 2.5 %. En contraste, la superficie cultivada bajo esquemas de agricultura protegida, como malla sombra e invernadero, presentó un notable incremento, con una tasa de crecimiento anual promedio del 30.1 %. Como resultado, la participación del volumen producido mediante estas tecnologías pasó de representar el 6.5 % en 2006, al 32.2 % en 2010, y finalmente al 60.7 % del total nacional en 2016 (FIRA, 2017). En 2021, cinco estados concentraron el 53.3% de la producción de tomate en México, destacando Sinaloa como el principal productor con 677,612 toneladas (20.4% del total). Sinaloa cosechó este volumen en 12,110 hectáreas (25.3% del total nacional), con un rendimiento promedio de 56 toneladas por hectárea. (ProducePay 2024). A lo largo de los años los rendimientos y calidad han ido variando por los diferentes manejos agronómicos, es por esto que el uso del concepto de biofertilizante abarca una amplia gama de insumos agrícolas, que incluyen microorganismos, abonos verdes, estiércoles y extractos vegetales. Los bioestimulantes formulados a partir de algas marinas han demostrado promover el crecimiento vegetal (Blunen, 1991; Jeannin *et al.,* 1991; Arthur et al., 2003), acelerar la germinación de semillas (El-Sheekh, 2000), retardar la senescencia, disminuir la infestación por nemátodos (Featonby-Smith y Van Staden, 1983) y fortalecer la resistencia de las plantas frente a enfermedades de origen fúngico y bacteriano (Kuwada *et al.,* 1999), entre otros efectos beneficiosos.

El cannabidiol (CBD) es un biofertilizantes derivado de cannabis que ha despertado interés en diversas áreas, incluyendo la agricultura. Sin embargo, la información sobre su aplicación agrícola es aún limitada y poco investigada. Se ha sugerido que el CBD podría tener potencial en la protección vegetal debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, así como en la mejora del desarrollo y resistencia de ciertos cultivos. No obstante, la falta de estudios científicos y regulación específica dificulta su implementación en la producción agrícola. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un microtunel del Tecnológico Nacional de México campus Roque. Se emplearon bolsas forestales de 20x30 cm, las cuales fueron llenadas hasta tres cuartas partes de su capacidad con un sustrato compuesto por peat moss. En estas bolsas, se trasplantaron plántulas de tomate variedad "Rexoxo Apterus®" (Syngenta Vegetable Seeds), con una edad de 30 días; después del trasplante, se aplicó en drench 10 mL L^{-1} de extracto de algas marinas NG-PLUS® (Asistencia Tecnológica S.P.R.).

A los 10 días posteriores del trasplante (ddt), se aplicaron los tratamientos en un diseño experimental en bloques completamente al azar, con tres bloques y tres tratamientos, con aplicación de cannabidiol (CBD) en dosis de 1 mL L^{-1}, aplicación de 4 mL L^{-1} de algas marinas NG-PLUS®, combinación de CBD con algas marinas y un testigo absoluto. A cada tratamiento se añadió 1% de adherente Surfacid® (Quimia), mientras que el testigo solo recibió agua con adherente. La aplicación de los tratamientos se realizó de manera foliar cada ocho días hasta el inicio de la cosecha.

El esquema de fertilización inició a los 17 ddt, aplicando 5 g L^{-1} de nitrato de calcio Calcini® (YaraTera) cada ocho días. Posteriormente, a los 45 ddt, se modificó la fertilización a 8 g L^{-1} de Nutrigota® 1654-00**, suministrando 1 L de solución por maceta en cada evento de fertirrigación. Para el manejo fitosanitario, se aplicó imidacloprid Confidor® 350 SC (Bayer CropScience) cada 15 días en dosis de 2 mL L^{-1} por vía foliar. Además, se llevaron a cabo prácticas de deshoje y eliminación de brotes laterales en dos ocasiones durante la fase vegetativa y otras dos ocasiones en fase reproductiva.

Las variables de estudio se registraron a partir del inicio la cosecha a los 64 ddt, se evaluó peso de fruto con una báscula Electronic Kitchen Scale®, diámetro ecuatorial con un vernier KEATRONIC®, largo con un vernier KEATRONIC® y grados brix del fruto con un refractómetro portable ATC®. Se realizaron 5 cosechas tomando en cuenta 5 frutos por planta.

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño de bloques completamente al azar (tres bloques, tres tratamientos y un testigo). En los casos donde el ANOVA mostró diferencias significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el software estadístico SAS Systems 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza realizado sobre la aplicación de tratamientos con extracto de algas marinas, CBD y su combinación evidenció diferencias altamente significativas ($p>0.01$) en todas las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de tomate, incluyendo peso del fruto, diámetro ecuatorial, longitud del fruto y grados brix. Estos resultados mostraron valores que difieren con los reportados por Vásquez *et al*. (2015), debido a que en su cultivo de tomate con aplicación de composta reportan valores no significativos en estas mismas variables.

Cuadro 1. Cuadrado medio del efecto de algas marinas, CBD y su combinación en parámetros agronómicos de planta de tomate.

FV	gl	Cuadrado Medio			
		Peso de Fruto	Diám Ecuatorial	Largo/Fruto	Grados Brix
Trat (T)	3	302.02**	245.09**	155.69**	19.06**
Muest (M)	4	90.2 ns	89.49 ns	53.06 ns	4.61 ns
Bloq	1	10.63 ns	10.56 ns	2.98 ns	2.25 ns
T*M	12	28.89 ns	24.84 ns	13 ns	1.19 ns
EE	39	36.55	36.45	27.11	3.14
Total	59	-	-	-	-
CV (%)		68.47	67.49	72.16	75.44
R^2		0.53	0.49	0.44	0.42

Los resultados de la comparación de medias indicaron que el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL L^{-1} registró los valores más altos en peso de fruto, diámetro ecuatorial y longitud del fruto. En contraste, la combinación de extracto de algas marinas y CBD (4 mL^{-1} + 1 mL^{-1}) mostró el mayor contenido de grados brix en el estudio en el estudio (Cuadro 2). Por su parte, el testigo presentó los valores más bajos en todas las variables evaluadas.

En términos del peso de fruto, el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL^{-1} registró el valor más alto con 11.41 cm, en comparación con el testigo, que obtuvo un valor de 2.1 cm, lo que representa un aumento del 426.82%, al comparar estos resultados con García *et al.,* (2009), quien reportó un valor de 23.89 cm utilizando su tratamiento con Enerplant® se observa una diferencia notable.

Para el diámetro ecuatorial, el tratamiento con CBD a una dosis de 1 mL^{-1} presentó efectos positivos, alcanzando un valor de 11.43 mm, en comparación con los 2.90 mm del testigo, lo que representa una diferencia del 277.81%. Sin embargo, este valor es inferior al reportado por De la Cruz *et al*., (2009), quienes obtuvieron 46.7 mm utilizando una mezcla de VEPT 50 % y arena.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación foliar de CBD, en combinación algas marinas y combinación en variables de crecimiento del cultivo de tomate bajo condiciones de microtunel.

No	Tratamiento	Dosis L^{-1}	Peso de Fruto (g)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Largo de Fruto (mm)	Grados Brix
1	CBD	1 mL	11.41a	11.43 a	9.49 a	3.01 a
2	Algas Marina	4 mL	10.95 a	10.62 a	8.81 a	2.37 ab
3	CBD + Algas Marinas	4-1 mL	10.83 a	10.82 a	8.09 a	3.25 a
4	Adherente	1 mL	2.1 b	2.90 b	2.46 b	0.75 b

En cuanto al largo de fruto, el tratamiento con CBD a dosis de (1 mL^{-1}) también mostró un efecto favorable, con un promedio de 9.49 mm, mientras que el testigo presentó un largo de 2.56 mm, lo que representa una diferencia del 257.58%. al compararlo con el estudio de Márquez *et al*., 2008, quienes registraron un largo de fruto de 57 mm en su tratamiento con composta, los resultados obtenidos en este estudio son relativamente inferiores.

Finalmente, en cuanto a los grados brix, el tratamiento con algas marinas y CBD (4 mL^{1} + 1 mL^{1}) mostró un incremento notable, alcanzando un valor de 3.25 grados, frente a los 0.75 grados que presento el testigo, lo que representa una diferencia del 317.33%. No obstante, estos resultados superan a los reportados por Amaya *et al*., (2010), quienes obtuvieron 0.46 grados brix utilizando recubrimiento de cera comercial.

CONCLUSIONES

Se recomienda la aplicación foliar de bioestimulantes, específicamente el uso de CBD a una dosis de 1 mL L^{-1}, ya que incrementa significativamente el peso del fruto, diámetro ecuatorial, largo de fruto y los grados brix con aumentos superiores al 257.58% en comparación con plantas no tratadas, estos resultados reflejan una mejora en calidad y cantidad de la producción en plantas de tomate.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya P; Peña L; Mosquera A; Villada H; Villada D (2010). Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*). Dyna, 77(162): 67–73.

Blunden G (1991). Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. En Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential (pp. 65–81). John Wiley & Sons Ltd.

De la Cruz-Lázaro E; Estrada-Botello MA; Robledo-Torres V; Osorio-Osorio R; Márquez-Hernández C; Sánchez-Hernández R (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato.

El-Sheekh MM; El-Saied AEF (2000). Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. Cytobios, 101, 378–382.

Featonby-Smith BC; Van Staden J (1983). The effects of seaweed concentrate on growth of tomato plants in nematode-infected soil. Scientia Horticulturae, 20, 137–146.

FIRA (2017). Panorama agroalimentario (Tomate Rojo 2017). Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. 25 p. Disponible en: https://www.studocu.com/esmx/document/universidad-autonoma-agraria-antonio-narro/microbiologia/panoramaagroalimentario-tomate-rojo-2017/9731893 fecha=04/01/2022 [Links]

García SML; Martínez J V: Avendaño LAN; Padilla SMC; Izquierdo OH (2009). Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate.

Kuwada KT; Ishii I; Matsushita I; Matsumoto K; Kadoya K (1999). Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliate orange roots. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 68, 321–326.

Márquez HC; Cano R P; Rodríguez DN (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Agricultura Técnica en México, 34(1): 69–74.

Produce Pay (2024). Regiones productoras de tomate en México. https://producepay.com/es/elblog/produccion-de-tomate-en-mexico-principales-regiones/

Vázquez VP; García LMZ; Navarro CMC; García HD (2015). Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en invernadero.