

PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN INVERNADERO BAJO ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD

SUSTAINABLE GREENHOUSE TOMATO PRODUCTION

Salgado-Bravo, R.^{1*}, González-Vicente, R. D.¹, Herrera-López H.¹, Aguilar-Jiménez D.¹

¹Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma 168, Barrio de Santiago Mihucán, Izúcar de Matamoros, Puebla, CP 74420, México.

*Autor de correspondencia: rosalva.salgado@utim.edu.mx

Recibido: 08/abril/2025

Aceptado: 20/junio/2025

RESUMEN

El jitomate constituye la principal hortaliza producida en el estado de Puebla, siendo la mitad de esta producción generada bajo sistemas protegidos, lo que permite obtener frutos de calidad que casi en su totalidad se exportan a mercados extranjeros. Con la finalidad de contribuir a la producción sostenible de jitomate en invernadero, se evaluó un paquete tecnológico conformado por tres bioproductos: biol, nematicida y bioestimulante. En un invernadero de baja tecnología se estableció jitomate tipo saladette de ciclo determinado y se evaluaron cuatro tratamientos al azar: Testigo (T0), biol aplicación foliar (T1), Bioestimulante sobre suelo (T2) y paquete: biol, bioestimulante (T3). En todos los tratamientos se aplicó el nematicida una vez por mes. Se determinó el número de nemátodos totales en suelo al inicio y fin del cultivo, mediante la técnica de embudo de baerman, encontrándose que el número de nematodos en suelo se mantuvo por debajo del umbral económico, por lo que no se observaron daños en las raíces de las plantas. Los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron incremento en rendimiento neto con respecto del testigo, siendo T3 el que logró el mayor aumento en la producción (17.6%). Además, en T2 y T3 se observaron menos plantas enfermas y mayor robustez de las plantas.

Palabras clave: *Bioproducto, Sostenibilidad, Bioestimulante, Biol, Nematicida.*

ABSTRACT

Tomatoes are the most important vegetable crop in Puebla state, and half of this production is grown under protected systems that allow the production of quality fruit, almost all of which is exported to foreign markets. In order to contribute to the sustainable production of tomatoes in greenhouses, a technological package consisting of three bioproducts was evaluated: biol, nematicide and biostimulant. A determinate cycle saladette tomato was established in a low-tech greenhouse and four randomised treatments were evaluated: control (T0), biol foliar application (T1), biostimulant on soil (T2) and package: biol, biostimulant (T3). In all treatments the nematicide was applied once a month. Total number of nematodes in soil was determined at the beginning and at the end of the crop. It was found that the number of nematodes in the soil remained below the economic threshold, so no damage to plant roots was observed. Treatments T1, T2 and T3 showed an increase in net yield compared with the control, being T3 showing the greatest increase in production (17.6%). In addition, T2 and T3 showed fewer diseased plants and greater plant robustness.

Key words: *Bioproduct, Sustainability, Biostimulant, biol, Nematicide.*

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Censo Agropecuario 2022, dentro de los cultivos perennes, el jitomate (*Solanum lycopersicum*) ocupa el primer lugar de producción en el Estado de Puebla, donde se registraron más de 2200 hectáreas cultivadas y de estas la mitad fueron bajo sistema protegido. Para este mismo ciclo, San Luis Potosí aportó el 18.1% de producción nacional de esta hortaliza bajo esquema de sistema protegido, posicionándose en el primer lugar y Puebla en la quinta posición con el 6.9% de la producción nacional de jitomate (SIAP, 2023).

La producción de jitomate bajo sistema protegido se exporta casi en su totalidad a Estados Unidos de América (Censo Agropecuario, 2022), debido a que la tecnificación en la producción permite obtener frutos de mayor calidad y mejor rendimiento promedio con respecto de la producción a campo abierto, generando facilidades para la exportación a mercados exteriores donde se obtienen mejores precios de venta, los cuales llegan a ser hasta seis veces mayor en comparación con el precio de venta en mercado nacional (Orona, 2023).

Además del incremento en la calidad del producto obtenido, la agricultura en sistemas protegidos ofrece múltiples ventajas como lo son la protección contra condiciones climáticas extremas, obtención de cosechas permanentes por siembras continuas, reducción de la erosión del suelo, disminución en el ataque de plagas y enfermedades, uso eficiente del agua y fertilizantes (FONTAGRO, 2022). Todo esto se ve reflejado en la disminución en costos de producción, principalmente debido a la reducción del uso de plaguicidas (Spreen *et al*, 2013).

Como parte de la Agenda 2030, la FAO promueve una alimentación y agricultura sostenibles con el fin de ayudar a países de todo el mundo a lograr el Hambre cero, uno de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible, por lo que el uso de tecnologías de producción en sistemas protegidos contribuye al logro de estos objetivos.

En continuidad a diversas investigaciones realizadas sobre la evaluación de bioproductos generados en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, el presente estudio tuvo como finalidad la evaluación de un paquete tecnológico en la producción de jitomate en invernadero, conformado por tres bioproductos: biol, nematicida y bioestimulante (Salgado, 2023; González, 2024).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La evaluación se realizó en el invernadero de producción de hortalizas (longitud 98°27'0.47'' oeste, latitud 18°37'2.68'' norte, 1326 msnm) de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, México.

Germinación de semillas

Utilizando charolas de unicel de 200 cavidades previamente desinfectadas con cloro y llenadas con peat moss mezcla 3 de Sunshine humedecida a capacidad de campo, se sembraron semillas de jitomate saladette tipo determinado variedad Angella de la casa comercial United Genetics y se mantuvieron en oscuridad hasta su germinación, para después trasladarse a un invernadero de germinación para su desarrollo.

Establecimiento del cultivo

El cultivo se estableció en un invernadero de 160 m² de baja tecnología. Se removió el suelo y se alzaron camas de 30 cm de alto, 80 cm de ancho y 14.5 m de largo, con distancia de 1.2 m entre cama y cama. Posteriormente, se incorporó sulfato de calcio di-hidratado en surco, 2.5 t/ha. Las camas fueron acondicionadas con cintilla para riego por goteo de 20 cm de separación entre goteros y caudal de 1.01 L/ha, y finalmente, cubiertas con acolchado plástico negro/plata calibre 90.

El suelo se desinfectó con fluopyram 41%, de acuerdo con la dosis recomendada por el fabricante de 1 L ha para control de nematodos, veinte días previos al trasplante.

Las plantas de jitomate de 20 días de edad fueron trasplantadas a doble hilera en zig-zag y 40 cm de separación entre planta y planta.

Preparación de bioproductos.

El bioproducto con efecto nematicida fue preparado de acuerdo con lo reportado por Salgado *et al* (2023). De igual manera, se siguió el procedimiento de preparación del biol siguiendo la metodología de González *et al* (2024). El bioestimulante fue preparado a partir de pencas de agave, basándose en estudios preliminares (datos no publicados).

Aplicación de tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos al azar, en todos los tratamientos incluyendo el testigo, se aplicó bioproducto nematicida una vez por mes mediante el sistema de riego: Testigo (T0), biol aplicación foliar (T1), Bioestimulante sobre suelo (T2) y paquete: biol, bioestimulante y nematicida (T3). Todos los tratamientos se establecieron por duplicado, donde cada bloque constó de 17 plantas, para un total de 51 plantas por tratamiento.

Para la administración de los tratamientos se utilizó una bomba aspersora manual con capacidad de 20 L. La aplicación foliar se realizó utilizando boquillas tipo abanico hasta cubrir completamente el área foliar; para la aplicación sobre suelo (al drench, cerca del tallo) se retiraron las boquillas y se calibró a 75 mL por planta.

Evaluación de variables

Al inicio y término de cosecha, se realizó conteo de nematodos en suelo mediante la técnica de embudo de Bearman y se revisó de manera visual las condiciones de las raíces, buscando formación de agallas.

Se evaluó el rendimiento neto de la producción en 51 plantas por tratamiento, para lo cual se pesaron los frutos en cada corte y se sumó el total de cada tratamiento al finalizar la cosecha. Al tratarse de una variedad determinada, el ciclo productivo se concluyó en siete cortes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conteo de nematodos.

El monitoreo de nematodos se realizó al inicio y final del ciclo de producción teniendo como resultado que el número de nematodos en suelo se mantuvo bajo control durante todo el ciclo productivo (Cuadro 1), impidiendo que se rebasara el umbral económico (20/100 g) (Talavera, 2003; CSR Laboratorio, 2025). Lo anterior se confirma al inspeccionar visualmente el estado de las raíces, donde estas se observan sanas, con buen porcentaje de pelos absorbentes y ausencia de agallas (Figura 1).

Cuadro 1. Conteo de nematodos en suelo, al inicio y final del ciclo de producción de jitomate bajo invernadero.

Etapa de cultivo	Nematodos en 50 g suelo
Inicio	4
Final	5

Fuente: elaboración propia.

El cultivo se mantuvo libre de daño por nematodos, lo cual concuerda con lo reportado por Salgado *et al* (2023), donde se reportó un control del 80% en la infestación de nematodos con respecto del testigo, finalizando el ciclo de evaluación de 90 días con 16 nematodos /50 g de suelo, y de esta forma confirmando el efecto nematicida de la rutina de *Ruta graveolens* reportado por Sasanelli (1995).

Figura 1. Raíces de plantas de jitomate sanas al finalizar el ciclo productivo.

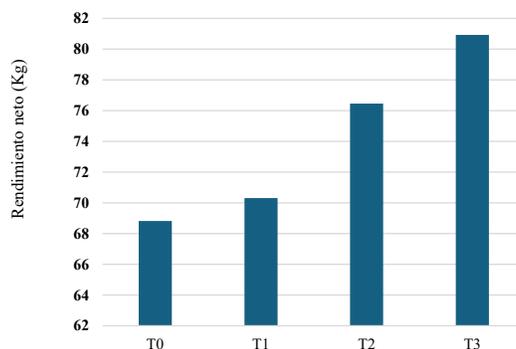


Nota: no se encontraron daños ocasionados por nematodos. Fuente: elaboración propia.

Rendimiento neto

En la variable de rendimiento neto se muestra el total de la cosecha en cada tratamiento, donde se puede observar una diferencia de aproximadamente 12 Kg del T3 con respecto de T0, lo que representa un incremento del 17.6 % de la producción. El tratamiento T1 y T2 también obtuvieron un incremento en la producción con respecto del testigo, sin embargo, el incremento fue mayor en T3 (Figura 2).

Figura 2. Rendimiento neto de 51 plantas por tratamiento después de siete cortes.

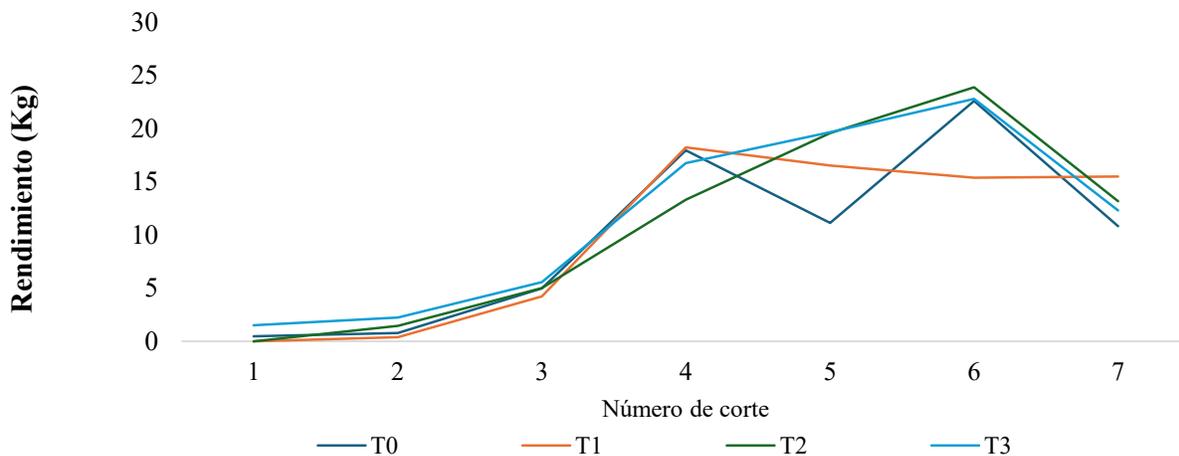


Fuente: elaboración propia.

En la dinámica de rendimiento por corte, es posible observar que, desde el primer corte, el T3 tiene un mejor desempeño en producción y este se mantiene constante durante todo el ciclo productivo (Figura 3).

El incremento de producción del T3 con respecto del testigo (17.6%) coincide con lo reportado por González *et al* (2024), donde se reportó incremento del 24% de producción en jitomate tipo indeterminado, y el mismo efecto en el desarrollo de raíces secundarias y pelos absorbentes lo reportaron Choi (2020), y Aranganathan y Radhika (2016). Lo anterior también es confirmado por Juárez *et al* (2021), al demostrar que el uso constante de bioles contribuye a la recuperación de la fertilidad de los suelos al mejorar su estructura y aumentar la disponibilidad de los nutrientes. Extrapolando los resultados obtenidos, el incremento en producción se vería reflejado en 6 ton/h utilizando el paquete tecnológico propuesto con respecto del testigo, lo cual, desde el punto de vista económico, sería un ingreso considerable para el productor.

Figura 3. Dinámica de rendimiento por corte.



Fuente: elaboración propia.

A pesar de que no fue una variable a evaluar, en los tratamientos 2 y 3, se observó un mejor estado general de las plantas con respecto del T0 y T1, además de mayor resistencia a enfermedades al observarse menos plantas enfermas, principalmente por *Phytophthora*, lo cual coincide con lo observado por el grupo de investigación en estudios preliminares.

CONCLUSIONES

La implementación de un paquete tecnológico para la producción de jitomate bajo invernadero utilizando bioproductos que contribuyen a la sostenibilidad de la producción, arrojó resultados prometedores, que reafirman lo reportado en estudios anteriores por este grupo de investigación.

La implementación de un paquete tecnológico a partir de los bioproductos nematicida, biol y estimulante en la producción de jitomate en invernadero, realmente es una alternativa que contribuye a la producción sostenible y que aporta beneficios a los productores al incrementar el rendimiento y disminuir costos de producción, ya que al tener plantas sanas los gastos para el control de plagas y enfermedades se reducen. El uso del nematicida demostró que el conteo de nematodos en suelo se mantuvo por debajo del umbral económico sin mostrar daños en raíces. También con la aplicación del paquete se observó plantas sanas de porte más robusto, que se vio reflejado en el aumento del 17.6% del rendimiento total.

AGRADECIMIENTOS

El cuerpo académico de Procesos Agrobiotecnológicos agradece al Ing. Fernando Corona Pedraza por proporcionar las semillas de jitomate que se utilizaron en el presente estudio.

REFERENCIAS

Aranganathan, L., y Radhika, R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on tomato growth. *Management of Environmental Quality*, 27(1), 93-103. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074>

Choi, H. (2020). Effects of organic liquid fertilizers on biological activities and fruit productivity in open-field cherry tomato. *Soil and Plant Nutrition*, 79(3), 447-557. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200053>

CSR Laboratorio. Nota técnica 05 Interpretación de resultados de nemátodos. España. Recuperado el 09 de junio de 2025 de: <https://csrlaboratorio.es/notas-tecnicas-agricultura/nta-04-interpretacion-de-analisis-de-nematodos/>

FAO. (2025). La FAO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Cumplir la Agenda 2030 mediante el empoderamiento de las comunidades locales. Recuperado el 08 de abril de 2025 de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/acf72f06-1ff0-4a38-acd2-a2799205bde9/content/cc2063es.html>

FONTAGRO. (2022). Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos en zonas cálidas: opción de intensificación sostenible de la horticultura familiar en el contexto del cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC). Producto 5. Propuesta de escalamiento de la agricultura protegida en ALC. Recuperado el 08 de abril de 2025 de: https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/Producto_5__Propuesta_de_Escalamiento.pdf

González Vicente. R. D., Arellano Guevara W. Q. J., Salgado Bravo, R., Herrera López H.1, Aguilar Jiménez D. (2024). Efecto bioestimulante de un biol enriquecido con proteína soluble de pescado en jitomate bajo invernadero. MIX TEC, 4(6): 136-144. Recuperado el 08 de abril de 2025 de: <http://mixtec.utim.edu.mx/articulosv6/articulo09.pdf>

INEGI. (2023). Censo Agropecuario 2022: Resultados definitivos, Puebla. Recuperado el 08 de abril de 2025 de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdPUE.pdf

Juárez, L. P., Torres, G.F., Yáñez, M. R. M., Terrazas, G. M. I., y Morales, M. H. A. (2021). Preparación de bioles orgánicos. Biológico Agropecuaria Tuxpan: 9 (2), 124-136.

Orona-Castillo, I, Del-Toro-Sánchez, CL, Fortis-Hernández, M, Preciado-Rangel, P, Espinoza-Arellano, JJ, Rueda-Puente, E, Flores-Vázquez, M, & Cano-Ríos, P. (2022). Indicadores técnico-económicos de la producción del cultivo de tomate bajo agricultura protegida en la Comarca Lagunera, México. Biotecnia, 24(3), 70-76. Epub 19 de junio de 2023. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i3.1721>

Salgado-Bravo. R., González Vicente R. D., Herrera López H. y Aguilar Jiménez D. (2023). Toxicidad de extractos vegetales de *Ruta graveolens* y *Chenopodium ambrosioides* sobre *Meloidogyne incognita*. MIX TEC, 3(4): 29-38. Recuperado el 08 de abril de 2025 de: <http://mixtec.utim.edu.mx/articulosv4/articulo03.pdf>

Sasanelli, N., & T. D'Addabbo. (1995). Effect of aqueous solutions of Rutin on the beet cyst nematode *Heterodera schachtii*. *Nematología mediterranea*. 23: 31-34.

SIAP. (2023). De nuestra cosecha, edición mayo. Recuperado el 08 de abril de 2025 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/823362/DE_NUESTRA_COSECHA_MAYO_2023.pdf

Spreen, Thomas H., Mosquera, M., y Grogan, K.A. (2013). Análisis económico de las enfermedades en plantas perennes. *PALMAS*: 34 No. Especial, Tomo I, 135-145.

Talavera. R. M. 2003. *Manual De Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal*. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23. P.