



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



VI CONGRESO
Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

PRODUCCION DE TOMATE SALADETTE (*Lycopersicum esculentum* Mill.) CON MICORRIZAS Y BIOL EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

Emanuel Pérez-López¹; David de Jesús Iturbide Hernández¹; Mercedes Muraira-Soto¹; Roberto Panuncio Mora-Solís¹; Rubén Onofre Aguirre-Alonso¹

¹Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

Autor responsable: emanuel.pl@cpapaloapan.tecnm.mx

Resumen

El tomate saladette (*Lycopersicum esculentum* Mill) es uno de los cultivos de mayor importancia económica y de mayor extensión en el mundo, se cultiva tanto en invernaderos como en campo abierto. El presente proyecto se realizó con la finalidad de hacer una comparativa en producción empleando micorrizas en agroecología y agricultura convencional, bajo condiciones de invernadero en el cultivo de tomate de crecimiento indeterminado. La metodología para la comparativa consistió en el control y registro del proceso de germinación (desinfección de charolas de siembra, desinfección de sustrato y determinación del porcentaje de germinación); establecimiento del cultivo realizando labores culturales como la preparación y desinfección del terreno, elaboración de la cama de siembra, instalación de sistema de riego y acolchado para ambos sistemas, generando aplicaciones semanales de concentraciones de micorrizas en el sistema de riego, con concentraciones en el Tratamiento 1 (30g), Tratamiento 2 (50 g) y testigo empleando biol con una concentración de 1:10 v/v. Los resultados muestran una diferencia numérica entre cada tratamiento, sin embargo, no se determina una diferencia significativa entre el tratamiento 1 y 2, estando presente entre los tratamientos evaluados y el testigo, con ello se acepta la hipótesis nula derivado de que no existieron diferencias estadísticas entre el follaje, grosor, altura, número de hojas y fruto.

Palabras clave: Agroecología, biol, invernadero, micorrizas, tomate saladette.

Abstract

The saladette tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) is one of the most economically important and widespread crops in the world, it is grown both in greenhouses and in open fields. The present project was carried out with the purpose of making a comparison in production using mycorrhizas in agroecology and conventional agriculture, under greenhouse conditions in the cultivation of tomato of indeterminate growth. The methodology for the comparison consisted of the control and recording of the germination process (disinfection of planting trays, disinfection of the substrate and determination of the germination percentage); establishment of the crop by carrying out cultural tasks such as the preparation and disinfection of the land, preparation of the planting bed, installation of the irrigation system



and mulching for both systems, generating weekly applications of concentrations of mycorrhizae in the irrigation system, with concentrations in the Treatment 1 (30g), Treatment 2 (50g) and control using biol with a concentration of 1:10 v/v. The results show a numerical difference between each treatment, however, a significant difference is not determined between treatment 1 and 2, being present between the evaluated treatments and the control, thus accepting the null hypothesis derived from the fact that there were no statistical differences. between foliage, thickness, height, number of leaves and fruit.

Keywords: Agroecology, biol, greenhouses, mycorrhizae, saladette tomato.

Introducción

El jitomate (tomate rojo) se le denomina con el nombre científico (*Lycopersicon esculentum* L.), perteneciente a la familia de las Solanáceas. El nombre de jitomate proviene del náhuatl *xictlitomatl* que significa “tomate de ombligo”. Originario de América del Sur, de la región andina, especialmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, en México se realizó su domesticación (Arviso, 2018).

El tomate rojo es la hortaliza más cultivada a nivel mundial debido a su alto contenido de vitaminas, minerales, antioxidantes y la versatilidad, tanto en el consumo fresco del fruto, como de manera industrial, de acuerdo con el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX, 2013)

La producción y el consumo mundial de tomate rojo, así como el consumo promedio per cápita, registró una tendencia al alza durante la década reciente. El principal productor es China con una participación de la producción mundial de 32.6% durante 2017. Por otro lado, China es el primer consumidor con un incremento de 33.2% promedio anual durante 2007-2017. En el mismo periodo, el principal exportador destacó México con 23.0% del volumen mundial exportado y Estados Unidos el principal importador con el 25.7%, según el Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2019 citado por Alvarado y Gama, 2021).

Durante el periodo 2007-2017, la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 3.6%. En cambio, la superficie cultivada disminuyó a una tasa promedio anual de 2.8%. El cultivo a campo abierto redujo su superficie sembrada a una tasa promedio anual de 5.9%, al pasar de 64,663 a 35,175 hectáreas, durante este mismo periodo. Por el contrario, el cultivo protegido (malla, sombra e invernadero) incrementó su superficie de 1,973 a 15,198 hectáreas, en el periodo mencionado, creciendo a una tasa promedio anual de 22.7%. Por el uso de 2 tecnologías, el



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



VI CONGRESO Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

volumen de tomate rojo obtenido en agricultura protegida, paso de 733,178 toneladas en 2010 a 2.2 millones de toneladas en 2017 (FIRA, 2019).

En México el cultivo de tomate rojo en agricultura protegida se incrementó debido a una importante serie de factores que afecta la producción agrícola a campo abierto como son bajas temperaturas, la incidencia de plagas y enfermedades y por las ventajas que estos métodos tienen al compararse con el cultivo a campo abierto, ya que con el uso del cultivo protegido se puede tener niveles altos de productividad y rentabilidad. La producción de tomate rojo en invernadero tiene varios beneficios, donde la plántula al ser controlada por el sistema hidropónico genera mayor producción por unidad de superficie lo que puede llegar a producir hasta 40 kg/ m² (Alvarado y Gama, 2021).

La producción de tomate rojo está altamente concentrada en cinco entidades, con 56.3% del nacional durante 2017. Sinaloa participó con el 27.0%; representando el 10.3% de su producción agrícola primaria; San Luis potosí 9.8%, en este estado representó el 15.3% de su producción agrícola; Michoacán 7.3%, su tasa promedio anual en los últimos 10 años fue de 19.1% mayor al promedio nacional; Jalisco 6.3% y Zacatecas 5.6%. También predomina Baja California con 5.2%, siendo Ensenada el segundo productor de tomate a nivel municipio; Puebla 3.7% y Sonora 3.4. (FIRA, 2019).

El aumento en la producción de jitomate en el estado de Oaxaca es significativo, por ello, ha adquirido importancia en la economía local según el SIAP (2022), en el estado de Oaxaca, la superficie de producción se encuentra distribuida de la siguiente manera: el 45% se localiza en la región de la Mixteca, 30.6 % en los Valles Centrales, 14.3% en la Sierra Sur, 12.2% en la Sierra Norte y el 9.6% restante en las regiones, Istmo, Costa, Papaloapan y Cañada (SIAP, 2019), en la región Valles Centrales del Estado de Oaxaca se encuentran los módulos o unidades de producción bajo invernadero más compactos del estado. El estado de Oaxaca actualmente cuenta con altos volúmenes de producción de jitomate (SIAP, 2018), pero cabe destacar que, en las últimas dos décadas, el cultivo de jitomate ha presentado múltiples cambios en los niveles de producción que impactan en el nivel competitivo del cultivo a nivel regional y nacional; con respecto a la superficie sembrada pasó de 1,351 hectáreas en el año 1980 a 806.17 hectáreas para el año 2018, lo que representó una disminución de 40.3%. Por el contrario, se obtuvo un aumento en el nivel de rendimiento de un 1 096% (Gómez *et al.*, 2023).

El alza de los precios de insumos agrícolas derivado de la economía global y diversos conflictos entre países han ocasionado que los productores busquen alternativas de producción sustentables y amigables con el ambiente. Una de estas alternativas son el uso de micorrizas, que no son más que la asociación simbiótica formada por la raíz de una planta y el micelio de un hongo, su empleo no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace



más eficiente y se puede ahorrar cantidades importantes de fertilizantes minerales, al tiempo que se logra una mayor absorción de los nutrientes disponibles en el suelo por parte de las plantas (Orna, 2009).

Objetivos

Objetivo general

Comparar la efectividad del uso de micorrizas en dos concentraciones para el crecimiento vegetativo y producción de tomate saladette bajo condiciones de invernadero en la Cuenca del Papaloapan.

Objetivos específicos

- Evaluar la nacencia de semillas de tomate saladette con y sin la aplicación de micorrizas.
- Estimar y evaluar el crecimiento vegetativo con las dos concentraciones de micorrizas y testigo.
- Valorizar la producción de tomate saladette con la aplicación de una concentración de 30 g de micorrizas.
- Valorizar la producción de tomate saladette con la aplicación de una concentración de 50 g de micorrizas

Materiales y métodos.

Materiales

El experimento tuvo que constatar de diversos materiales para llevar a cabo la práctica los cuales son:

- Bomba de riego
- Un balde de aluminio
- Agua
- Bascula granetaria
- 1 kg Raizal®
- 1 kg Prontyux®
- ½ L. Resifum®
- 1 L de hipoclorito de sodio comercial.
- 250g. Semillas de tomate Saladette
- ½ Ton Composta
- 13 charolas Copperblock de 200 cavidades.
- Micorrizas mca CEFO.
- Mezclador de madera y plástico.
- Vaso graduado de 1000 mL.
- Libreta
- Lapicero
- Laptop
- Rafia
- Estacas
- Cartelones
- Tachuelas.
- Cintilla de riego.
- Acolchado plástico agrícola.

Metodología



Desinfección de charolas

Para evitar riesgos de enfermedades, se desinfectaron las charolas utilizando agua, detergente e hipoclorito de sodio, las cuales se tallaron con un cepillo. Para desinfectar, se puede utilizar productos específicos o una solución de hipoclorito de sodio con agua, en una proporción de 20:1 (20 l de agua por 1 l de hipoclorito de sodio) como lo recomienda Reveles-Hernández *et al.* (2012). Las charolas desinfectadas se sumergieron en agua limpia para eliminar el cloro y se dejan reposar en estibas con las cavidades hacia abajo durante un tiempo de dos o tres días.

Tipo de sustrato y desinfección de sustrato

El sustrato que se utilizó para la germinación de las semillas en las charolas de siembra fue una composta que se elaboró en el ITCP a base de gallinaza, hojarasca y suelo a proporción 30/20/50 proporción masa/masa. Los sustratos son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero

Siembra en charolas.

La germinación en charolas con el sustrato previamente desinfectado Se realizó el día 28 de junio de 2021. Una vez llenas, se procedió a hacer hoyos para la siembra, procurando que fueran al centro de cada cavidad, posteriormente se depositó una semilla en cada una de ellas. Una vez depositada, se procedió a tapar la semilla con el mismo sustrato (Figura 1).

Riego de plántulas

La temperatura y el agua son dos de los factores más importantes para que una semilla tenga una adecuada germinación, a través del riego se proporciona la humedad necesaria al sustrato; esta humedad debe ser razonable, ya que encharcamientos causan pudrición de las semillas incluso presencia de enfermedades fungosas en la plántula y otros problemas. Por otro lado, la falta de humedad disminuye la capacidad de germinación de la semilla y detiene el crecimiento de las plántulas y puede provocar un marchitamiento temporal o en casos mayores marchitamiento permanente. Se estableció el riego cada dos días aplicándolo dos veces: uno por la mañana y otro por la tarde con una regadera de jardinería (capacidad 4 L), se consideró la humedad del sustrato de las charolas para efectuar o no el riego.



Elaboración de camas de siembra

Las camas de siembra se elaboraron de la primera a la cuarta semana de agosto de 2021 con las siguientes medidas: ancho de 75 cm y una longitud de 28 m con una altura de 35 cm y una distancia entre cama y cama de 45 cm, Se utilizaron palas derechas y rectas para el levantamiento de éstas y una cinta métrica para tomar las medidas establecidas.



Figura 1. Siembra en charolas

Trasplante

Se llevó a cabo en la segunda semana de septiembre de 2021, una vez que las plántulas alcanzaron su desarrollo, se arrancaron de las charolas, lo cual se consigue fácilmente al dar un riego, posteriormente se toma de la base y se le da un tirón hacia arriba, de esta forma sale con todas sus raíces y con el sustrato en el cual se desarrolló. El trasplante de las plántulas al suelo se realizó a los 30 días después de la emergencia en las charolas de siembra, previo al trasplante se aplicó un riego de 10 minutos para que las plantas tuvieran humedad y evitar un estrés hídrico, se le aplicaron 50 gr de micorriza (marca CEFO) diluida en 20 l de agua (Fig. 2).



Figura 2. Trasplante

De acuerdo a las necesidades del cultivo se realizaron acciones de manejo como aporque, fertilización, poda, tutorado y retutorado, polinización, riego, aplicación de fungicidas, preparación y aplicación de caldo sulfocalcico, poda de saneamiento, y la aplicación de tratamientos y el testigo

Tratamiento 1: 1 L. de biol mas 30 g de micorriza (glomus cubense) para una disolución en 20 lts de agua.

Tratamiento 2. 1 L. de biol mas 50 g de micorrizas (glomus cubense) para disolución en 20 lts de agua

Testigo: 1 L de biol

Siendo atenué a estas variables se realizaron sus respectivas mediciones tomando en cuenta el grosor del tallo, crecimiento de la planta y numero de hojas.

Resultados y Discusión

Germinación



Para efectos de germinación se evaluaron los dos tratamientos a los 15 días después de la siembra obteniéndose los datos que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación y plantas germinadas.

Tratamiento	Número de semillas	Porcentaje de germinación	Plantas germinadas
Tratamiento 1 (30 g)	2000	58.54%	1170
Tratamiento 2 (50 g)	2000	70.76%	1415

Fuente: Creación propia.

Crecimiento vegetativo

Para efecto de la medición de crecimiento vegetativo se consideraron las variables altura a los 60 días después del trasplante (ddt) (Cuadro 2), número de hojas a los 30 ddt (Cuadro 3); y el grosor de tallo a los 60 ddt (Cuadro 4), a los cuales se les realizó el análisis de varianza, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 2. Altura media de las plantas a los 60 ddt.

Tratamientos	Altura (cm)	Datos	
Tratamiento 1	112	20	a
Tratamiento 2	116	20	a
Testigo	86	10	b

Cuadro 3. Media de crecimiento en el grosor de tallo a 60 ddt.

Tratamientos	Altura (cm)	Datos	
Tratamiento 1	0.95	20	a
Tratamiento 2	1.08	20	a
Testigo	0.45	10	b

Cuadro 4. Medias de numero de hojas a 30 ddt.

Tratamientos	Altura (cm)	Datos	
Tratamiento 1	39.50	20	a
Tratamiento 2	40.88	20	a
Testigo	31.64	20	b

Producción

En el desarrollo del proyecto se evaluaron tres cortes, los cuales fueron realizados en el mes de diciembre 2021, enero y febrero 2022, para este indicador se evaluaron los promedios del número de frutos por plantas (Cuadro 5) y el peso de frutos individuales por tratamiento (Cuadro 6)

Cuadro 5. Número de frutos totales promedio, en tres cortes.

Tratamientos	Número de frutos	
Tratamiento 1	55	a
Tratamiento 2	58	a
Testigo	32	b



Cuadro 6. Peso promedio de frutos por tratamiento.

Tratamientos	Peso promedio (g)	
Tratamiento 1	122	a
Tratamiento 2	130	a
Testigo	78	b

De acuerdo con el proyecto de Alvarado *et al.* (2014) la inoculación del hongo micorrízico a plantas de tomate, bajo un sistema de fertirriego y en condiciones de casa sombra, similares al proyecto realizado, se pudo apreciar el incremento de clorofila, altura de planta y colonización micorrízica. Al igual que el inoculante fue capaz de promover una mejor calidad del fruto, aumento los valores de longitud, diámetro y peso de fruto comparado con plantas no inoculadas, se pudo apreciar el incremento de producción acumulada de fruto. En el proyecto realizado estuvimos al pendiente de todas las variantes cambiantes en el sistema, y notar que hubo cambios favorables para la planta y un desarrollo y crecimiento óptimo con mucha similitud al proyecto antes mencionado. Igual que en la práctica de Ardila (2017) dice que al introducir hongos formadores de micorrizas arbusculares aumenta la producción en el cultivo de tomate, situación que fue claramente apreciada en la toma de datos. De acuerdo con los diferentes resultados se concluye que el desarrollo con hongos micorrízicos es beneficioso al generar un sistema radicular sano. Así mismo, se concuerda y respalda lo encontrado por Mujica *et al.* (2014) al señalar que se encontró una respuesta positiva para esta forma de inoculación en los tres tratamientos inoculados independientemente de la dosis de inoculación evaluada, la cual superó al testigo no inoculado.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis de los estudios realizados en la presente investigación se concluye que:

- El hecho de mezclar la agricultura moderna con hongos micorrízicos da muy buenos resultados en la producción y se ve reflejado en la producción al corte, peso, tamaño y fruto.
- De igual manera las micorrizas son amigables con el medio ambiente dando en cuenta que se puede retomar formas de trabajo que se han ido perdiendo con el tiempo, con esto se reduce la brecha de dependencia de la agricultura a las grandes empresas de químicos, ya que se puede combinar de manera beneficiosa para mejorar la producción, cosecha y economía del agricultor.
- En función de los datos observados la hipótesis nula se rechaza, ya que el empleo de las micorrizas mostró un mayor crecimiento vegetativo, así como una mayor producción, existiendo una diferencia significativa entre el empleo de las micorrizas y el testigo.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



VI CONGRESO
Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

- Al analizar los datos arrojados en la presente investigación, se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con concentraciones de micorrizas, sin embargo, numéricamente, los de la concentración mayor fueron superiores.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México.

Al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan por las instalaciones e insumos.

Al cuerpo académico ITCUP-CA-1 por la colaboración en el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

- Alvarado C. M., Díaz F.A., y Peña del R. M.A. (2014). Productividad de tomate mediante micorriza arbuscular en agricultura protegida. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5 (3). México. p. 513-518.
- Alvarado L. M.Y. y Gama E. D. (2021). Rentabilidad del tomate rojo saladette en invernadero hidropónico, Texcoco, estado de México. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 78 p. Consultado en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/111528/TESIS-FINAL-21.pdf?sequence=3>
- Ardila J. A. (2017). Siembra de un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) con buenas prácticas agrícolas en el municipio de Guadalupe Santander. Universidad de La Salle, Yopal, Casanare. 62.
- Arvizo B. D-I- (2018). Proyecto de inversión para producir tomate tipo saladette bajo invernadero mediante la técnica de hidroponía en Huixquilucan, estado de México. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- FIRA. (17 de Junio de 2019). Obtenido de Panorama Agroalimentario: <https://s3.amazonaws.com/inforural.com.mx/wpcontent/uploads/2019/06/16171347/Panorama-Agroalimentario-Tomaterojo-2019.pdf>
- Gómez G. A.A., Gómez G. C.A. y Luquez G. C.E. (2023). Competitividad de la producción de jitomate en el estado de Oaxaca, región Valles Centrales. *Revista de Geografía Agrícola*. 70 (2). México. Consultado en: <https://revistas.chapingo.mx/geografia/article/view/r.rga.2023.70.01/r.rga.2023.70.01>
- ICAMEX. (2013). Producción de Jitomate en Invernadero. México. Obtenido de <http://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2013%20JITOMATE.pdf>
- Mujica P. Y; Mena E.A; Medina C.A; Rosales J.P.R. (2014). Respuesta de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la biofertilización líquida con *Glomus cubense*. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultivos Tropicales*, 35 (2). Cuba. pp. 21-26. Consultado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193230070003>
- Orna, C. A.R. (2009). Evaluación del efecto de la aplicación de micorrizas en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 67.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



VI CONGRESO Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

Reveles-Hernández. M.; Velásquez, V. R.; Trejo, C. R. y Ruiz, T. J. 2012. Rendimiento de cebolla en camas de siembra con 6 hileras de plantas en Zacatecas. In: memoria. VIII Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos De Zonas Áridas. 271-275 pp

