

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Microorganismos Benéficos en el Cultivo de Chile Poblano
(*Capsicum annuum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2021.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Microorganismos Benéficos en el Cultivo de Chile Poblano
(*Capsicum annuum* L) Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Antonio Flores Naveda
Asesor Principal Interno



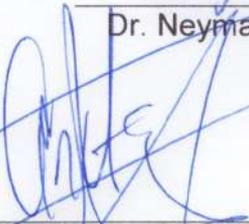
Dr. Francisco Castillo Reyes
Asesor Principal Externo



Dr. David Sánchez Aspeytia
Coasesor



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2021.



Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



José Armando Hernández Jiménez

RESUMEN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos más importantes en México, ya que tiene una gran importancia gastronómica, económica y social, por ser ingrediente básico de platillos tradicionales. El objetivo de esta investigación, fue evaluar el uso de microorganismos benéficos en el cultivo de chile poblano buscando mejorar las variables vegetativas, reproductivas y de rendimiento. El presente trabajo de investigación se realizó en un invernadero del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el Campo Experimental Saltillo. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, teniendo un total de 72 plantas, los microorganismos que se pusieron a prueba fueron; *Trichoderma* spp, *Bacillus* spp y Micorriza *Glomus intraradices*. Las variables que se evaluaron fueron: Altura de planta (AP), Diámetro de Tallo (DT), Clorofila (CL), Numero de frutos por planta (NFP) Peso promedio del fruto (PPF), Longitud de fruto (LF), Diámetro de fruto (DF), Rendimiento (REND). Para el análisis de las variables, se utilizó el paquete estadístico SAS, donde se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias mediante Tukey con una probabilidad de $P \leq 0.05$. Los resultados obtenidos demuestran que el uso de micorrizas resultó benéfico en el desarrollo vegetativo del cultivo de chile poblano. En cuanto al rendimiento del cultivo, el uso de *Bacillus* spp., ayudo a obtener mayor longitud y peso en los frutos cosechados, teniendo un incremento en el rendimiento en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Palabras clave: *Trichoderma* spp, *Bacillus* spp, Micorriza, Chile Poblano (*Capsicum annuum* L.), Microorganismos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por darme vida y permitirme cumplir una meta más, por estar conmigo en todo momento, por darme salud y la fortaleza para salir adelante.

A mi “**Alma Terra Mater**” con mucha admiración y respeto, le doy las gracias por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Dr. David Sánchez Aspeytia. Por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por su tiempo y todo el apoyo para concluir con este trabajo.

Al Dr. Francisco Castillo Reyes. Por su apoyo y acompañamiento, para poder realizar este trabajo, por las aportaciones y revisiones en todo momento.

Al Dr. Antonio Flores Naveda. Por brindarme su apoyo y tiempo para poder terminar este trabajo, agradezco por sus consejos y motivaciones, por ser parte de mi formación académica.

Dr. Neymar Camposeco Montejo. Por su apoyo en todo momento, por formar parte del presente trabajo.

A mis amigos y compañeros de generación: Genaro, Francisco, Javier, Raúl, Rodrigo, Roberto, Daniel, Ángel, Ximena y Fernanda, por el apoyo durante nuestra formación académica, por las experiencias vividas y compartidas.

A mis amigos: Uzias, Riki, Junior y Félix por su apoyo y acompañamiento durante la estancia en la UAAAN.

DEDICATORIA

A mis padres:

Roberto Hernández López y Amanda Jiménez Rodríguez

Por haberme dado la vida, por todo el cariño y amor, por los consejos y apoyo que día a día me llevaron a cumplir mis metas, por toda la motivación que me han brindado siempre.

A mis hermanos:

Eder, Nedi, Jairo y Cristian por el apoyo incondicional que me han brindado siempre, por todos los consejos y por ser parte de todos mis logros.

A mi novia:

Karen Velasco por todo su apoyo y acompañamiento para poder lograr mis metas, por el cariño y amor que siempre me ha brindado, por darme sus consejos y ser parte de este logro en mi vida.

A todos mis amigos y familiares que me ayudaron siempre, gracias por los consejos y el apoyo para lograr mis metas.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis Nula.....	3
Hipótesis Alterna.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen.....	4
Taxonomía.....	4
Descripción botánica	5
Producción mundial de chile	5
Diversidad genética de <i>Capsicum annuum</i>	7
Descripción chile poblano	8
Importancia económica en México.....	8
Sistema de producción a campo abierto y en invernadero	9
Producción a campo abierto	9
Producción en invernadero	10
Preparación del terreno a campo abierto	10
Barbecho	11
Rastreo	11
Nivelación.....	11
Surcado.....	11
Producción de plántulas	12
Trasplante.....	12
Condiciones óptimas favorables	12
Ph.....	13
Riego.....	13

Riego por goteo	13
Fertilización	14
Deshierbe	14
Podas.....	15
Tutorado	15
Cosecha.....	15
Fertilización biológica en la agricultura.....	15
Usos de microorganismos en la agricultura.....	16
<i>Trichoderma</i> spp	17
Generalidades	17
Micorrizas	18
Generalidades	18
Importancia de las micorrizas.....	19
Clasificación de las micorrizas.....	19
<i>Glomus intraradices</i>	20
<i>Bacillus</i> spp	20
Generalidades	20
<i>Bacillus subtilis</i>	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización del sitio experimental.....	22
Germoplasma utilizado.....	22
Producción de plántulas	23
Trasplante en condiciones de invernadero.....	23
Inoculación de microorganismos	25
Riego.....	25
Fertilización	25
Tutorado	27
Poda.....	27
Control de plagas y enfermedades.....	27
Cosecha.....	29
Variables evaluadas.....	29
Altura de planta (AP)	29
Diámetro de Tallo (DT)	29

Clorofila (CL)	29
Numero de frutos por planta (NFP)	30
Peso Promedio del Fruto (PPF)	30
Longitud de Fruto (LF)	30
Diámetro de fruto (DF)	30
Rendimiento (REND).....	30
Diseño experimental.....	31
Modelo estadístico.....	31
Análisis estadístico	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
Altura de planta (AP)	32
Diámetro de tallo (DT)	35
Clorofila (CL)	37
Número de frutos por planta (NFP)	40
Peso promedio de frutos (PPF)	42
Longitud de fruto (LF)	44
Diámetro de fruto (DF)	45
Rendimiento (REND).....	47
CONCLUSIONES.....	49
LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características botánicas de la variedad de chile ancho mulato AM-VR.	22
Cuadro 2. Distribución de tratamientos y repeticiones del lote experimental dentro del invernadero.....	24
Cuadro 3. Fuentes de fertilizantes para la preparación de solución A (macronutrientes) en el cultivo de chile poblano.	26
Cuadro 4. Fuentes de fertilizantes para la preparación de solución B (micronutrientes) en el cultivo de chile poblano.....	26
Cuadro 5. Productos aplicados al cultivo de chile poblano, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	28
Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas en la producción de Chile Poblano tratados con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, Coahuila, 2019.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la superficie y producción mundial del cultivo de chile en los últimos 11 años.	6
Figura 2. Comportamiento de la altura de la planta en el cultivo de chile poblano tratado con microorganismos benéficos bajo condiciones de invernadero en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	34
Figura 3. Comparación de medias de la variable altura de planta en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	35
Figura 4. Comparación de medias de la variable diámetro de tallo en el cultivo de Chile Poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	37
Figura 5. Dispersión de clorofila en el cultivo de chile poblano tratado con microorganismos benéficos.	38
Figura 6. Comparación de medias de la variable clorofila en el cultivo de Chile Poblano tratadas con microorganismos benéficos, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	40
Figura 7. Comparación de medias de la variable número de frutos por planta en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	42
Figura 8. Comparación de medias de la variable peso promedio de frutos en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	43
Figura 9. Comparación de medias de la variable longitud de fruto en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	45
Figura 10. Comparación de medias de la variable diámetro de fruto en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.	46

Figura 11. Rendimiento en toneladas por hectárea del cultivo de chile poblano tratados con microorganismos benéficos, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019. 47

INTRODUCCIÓN

El chile pertenece a la familia de las solanáceas y es del género *Capsicum*. Dentro del género *Capsicum* existen cinco especies domesticadas (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*). Dentro del género *Capsicum*, la especie *C. annuum*., es la de mayor distribución e importancia en el mundo, debido a los diferentes usos en que se emplea y a la excelente adaptación que presenta. Esta especie fue domesticada en México, país que se considera también como su centro de diversidad genética, por lo tanto, se puede encontrar una gran variedad de diferentes tipos de chiles nativos.

En México, el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es una especie hortícola de gran importancia por el valor de su producción, sus frutos se consumen, tanto en fresco como en seco, para proporcionar color, sabor y aroma a una infinidad de platillos, lo que lo sitúa entre las principales especias. México es el país con la mayor diversidad de *Capsicum annuum*, donde se cultiva prácticamente en todo el territorio.

El chile poblano es una variedad de la especie *Capsicum annuum* L. Tiene gran importancia gastronómica, económica y social, por ser ingrediente básico de platillos tradicionales. Esta variedad es de mayor tamaño que otros chiles, con menor grado de picor y con mayor carnosidad. La comercialización del chile poblano es principalmente en fresco, sin embargo, se utiliza entre el 20 y 30% de la producción total para deshidratar, de esta forma se le conoce como chile ancho.

En la actualidad, la producción de alimentos enfrenta el reto de mantener un alto nivel de calidad, considerando aspectos de inocuidad alimentaria y sistemas de producción con retribución más justa para los productores.

La disminución en la producción de chile poblano, está asociada a diversos factores como las enfermedades por patógenos del suelo (*Phytophthora capsici*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Alternaria* spp.), daños físicos

al cultivo ocasionados por insectos (áfidos, ácaros y trips), factores climáticos, así como la disponibilidad de nutrientes y agua.

Dentro de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal se encuentran dos grandes grupos: hongos y bacterias que tienen diferentes mecanismos de acción en simbiosis con las plantas. Estos microorganismos, pueden establecer distintos grados de interacción con las plantas: asociaciones libres, endofítica o simbióticas. Participando en los ciclos biológicos y los procesos químicos, donde contribuyen a la producción del nitrógeno y del fósforo, como consecuencia promueven el crecimiento vegetal, sintetizan antibióticos y favorecen el desarrollo de las plantas.

La utilización de microorganismos en el control biológico de patógenos causantes de enfermedades en los cultivos, constituye una alternativa eficiente y ecológica que contribuye al desarrollo de una agricultura sostenible, ya que disminuye los efectos inherentes al uso de plaguicidas y productos químicos.

Para el caso del cultivo de chile poblano en México, son pocos los estudios sobre el uso de microorganismos en campo o invernadero. La inoculación de microorganismos a plantas de chile es una alternativa para brindar protección al cultivo buscando obtener mejor producción y calidad. Esta alternativa, además de contribuir a bajar costos, permitirá la producción sin un grave deterioro del agrosistema, manteniendo adecuadamente los recursos naturales.

Objetivo General

Evaluar el uso de microorganismos benéficos en el cultivo de chile poblano, bajo condiciones de invernadero.

Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de los microorganismos benéficos en la calidad y rendimiento en el cultivo de chile poblano.

Hipótesis Nula

El uso de microorganismos benéficos ayudara al cultivo de chile poblano, proporcionando los nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta y mejorar sus variables de rendimiento buscando elevar su producción.

Hipótesis Alterna

El uso de microorganismos benéficos, no ayudara al cultivo de chile poblano afectando sus variables agronómicas y de rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

El género *Capsicum* es originario de América. La distribución precolombina de este género se extendió desde el borde meridional de Estados Unidos a la zona templada cálida del sur de Sudamérica. Todos los chiles son del género *Capsicum* de la familia de las solanáceas. El género *Capsicum* se conforma por 31 especies, de las cuales sólo cinco han sido domesticadas: *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*. Esta última, es la más importante y agrupa la mayor diversidad de chiles (Aguirre y Muñoz, 2015).

Taxonomía

Clasificación taxonómica del chile *Capsicum annuum* L. (Janick, 1995).

Reino: vegetal
División: Tracheophyta
Subdivisión: Pteropsida
Clase: Angiospermae
Subclase: Dicotyledoneae
Orden: Solanaceales
Familia: Solanácea
Género: *Capsicum*
Especie: *annuum*
Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

Descripción botánica

La planta de chile es una planta monoica, presenta los dos sexos en la misma planta, el chile se considera una planta autógena, se refiere al tipo de plantas que se polinizan por sí mismo (Barrantes, 2010).

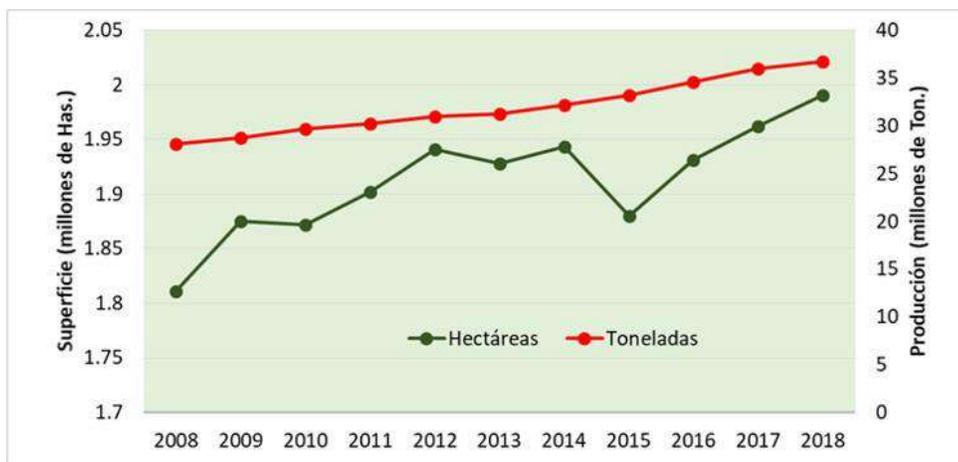
La planta de chile poblano es un arbusto de altura de 85 a 110 cm, posee una raíz pivotante ramificada, hojas grandes, lanceoladas. Las flores son pequeñas de corola blanca, la polinización es autógena (INTAGRI, 2020).

El chile poblano se caracteriza por presentar un fruto de forma triangular o acorazonada, con pericarpio grueso. En general sus frutos tienen un tamaño promedio de 12 cm de largo, aunque pueden llegar a 19.5 cm y el ancho en promedio es de 6.5 cm fluctuando entre 4 y 10 cm. Otra característica, de este tipo de chile es la presencia de cajete pronunciado (hundimiento del pericarpio en la unión con el pedicelo (Aguilar *et al.*, 2010).

Producción mundial de chile

A nivel mundial, el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 36,771,482 toneladas (FAOSTAT, 2020), creciendo un 2.17% con respecto al año 2017. La superficie cosechada del cultivo también tuvo un incremento de 1.4% en el mismo período. Este aumento está acorde a la tendencia que se tiene desde hace 11 años con el cultivo. De igual manera, el rendimiento promedio mundial pasó de 15.5 ton/ha en 2008 a 18.5 ton/ha en 2018.

Figura 1. Evolución de la superficie y producción mundial del cultivo de chile en los últimos 11 años.



Fuente: FAOSTAT, 2020.

Con respecto a los países productores de chile, China se reportó para 2018 como el principal productor a nivel mundial con el 49.45% de la producción, seguido por México (9.19%), Turquía (6.95%), Indonesia (6.91%) y España (3.47%). Estos 5 países reunieron poco más del 75% de la producción mundial de chile y el 67.67% de la superficie cosechada en 2018 (FAOSTAT, 2020).

Producción de chile en México

El cultivo de chile y el tomate, son las hortalizas de mayor importancia económica en México. El chile, aporta el 20.2% en la producción de hortalizas a nivel nacional. Para 2019, el SIAP (2020), reporta una producción nacional de 3,238,244.8 toneladas de chile. En los últimos 15 años la superficie destinada al cultivo de chile, ha oscilado en un rango de 40 mil hectáreas, manteniéndose en un promedio de 147 mil hectáreas anuales del cultivo en el país; sin embargo, la producción ha aumentado en poco más de un millón de toneladas para este mismo período. Una de las razones para ver este incremento está relacionada con el aumento del rendimiento promedio por hectárea, que paso de 13.86 ton/ha en 2005 a 21.65 ton/ha en 2019.

El incremento en la producción del chile en México, está muy ligado con el desarrollo de la industria de la horticultura protegida, pues el uso de estructuras de protección (casas sombra, invernaderos, macrotúneles), aunado a mejores prácticas de manejo agronómico, sanitario, nutricional y de inocuidad, han permitido incrementar el rendimiento por unidad de superficie (SIAP, 2020).

A nivel estatal, Sinaloa en 2019 fue el mayor productor de chile en México, llegando a producir el 23.4% de la producción seguido de Chihuahua (21%), Zacatecas (13.9%), San Luis Potosí (9.9%) y Sonora (5.94%). Estos cinco estados concentraron el 74.2% de la producción nacional. Sin embargo, el estado con mayor superficie cosechada de chile para 2019, fue Zacatecas con el 23.7% de la superficie. El rendimiento promedio por entidad federativa fue desde las 3.98 hasta las 53.5 ton/ha. El estado de Sinaloa, también contó con la mayor superficie del cultivo de chile bajo agricultura protegida con 793 hectáreas en 2019, lo cual representa el 39.2% de la superficie nacional de chile bajo cubierta; Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Sonora completan el listado de los estados con la mayor superficie del cultivo, bajo agricultura protegida (SIAP, 2020).

Diversidad genética de *Capsicum annuum*

Capsicum annuum es la especie cultivada más importante en todo el mundo, y es en México donde se encuentra la mayor diversidad, se dispersó a través del mundo en la época colonial, y se ha convertido en uno de los saborizantes más importantes en la cocina mundial. Se reconocen decenas de tipos morfológicos diferentes, varios con uso y aprecio generalizado en el país, como el ancho, el guajillo, el jalapeño, el serrano, etc.; mientras que muchos otros tipos son característicos de regiones específicas bien reconocidos (Aguilar *et al.*, 2010).

En México, se han identificado 64 tipos de chiles, Oaxaca es el estado con mayor diversidad con al menos 25 tipos, seguido de Guerrero con 12 registros, Puebla con 10 y Veracruz con nueve. En el norte del país, los estados de Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora y la Península de Baja California, registraron diferentes variantes de chile piquín o chiltepín (*C. annuum* var. *glabriusculum*); alrededor de esta diversidad de chiles, se desarrolla una economía local de la que dependen familias para sobrevivir o mejorar el bienestar familiar, muchos de estos, se continúan cultivando gracias a la gran interrelación con la riqueza culinaria, inmersa en el complejo étnico cultural que caracteriza a México (Vera *et al.*, 2016).

Descripción chile poblano

El chile *Capsicum annuum* es la segunda hortaliza de mayor importancia en México, y existe una gran diversidad de tipos de esta especie. Dentro del género *Capsicum*, la especie *Capsicum annuum* L. es la de mayor distribución e importancia en el mundo, debido a los diferentes usos en que se emplea y a la excelente adaptación que presenta (Ulloa, 2006).

Capsicum annuum L. presenta gran variedad de tipos, uno de los cuales es el chile poblano, que tiene una gran importancia gastronómica, económica y social por ser ingrediente básico de platillos tradicionales (Rodríguez *et al.*, 2007).

El chile poblano es una variedad de mayor tamaño que otros chiles, con menor grado de picor y con mayor carnosidad. La comercialización del chile poblano es principalmente en fresco, sin embargo, se utiliza parte de la producción total para deshidratar, de esta forma se le conoce como chile ancho (Montalvo *et al.*, 2009).

Importancia económica en México

El chile es uno de los cultivos agrícolas más importantes en México y el mundo, sus frutos se consumen, tanto en fresco como en seco para proporcionar color, sabor y aroma en una infinidad de platillos, lo que lo sitúa entre las principales especias.

México es el país con la mayor diversidad de *Capsicum annuum*, donde se cultiva prácticamente en todo el territorio (Aguilar, 2012).

El chile poblano se encuentra dentro de la variedad de chiles con mayor producción en México, después del jalapeño y serrano. La producción de chile en el país es considerada una de las actividades económicas primarias más importante, ya que cada año su producción genera millones de pesos, lo cual además de beneficiar la economía de los productores que hay en México, también se encarga de generar trabajo a miles de jornaleros los cuales se encuentran distribuidos en todo el territorio nacional (SIAP, 2018).

La mayor parte de la cosecha de chile poblano que se comercializa en los principales mercados nacionales provienen de tres entidades: Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí (SIAP, 2019).

Sistema de producción a campo abierto y en invernadero

INTAGRI (2020) describe que el cultivo de chile se lleva a cabo en todas las entidades federativas de México y que se distinguen dos sistemas de producción, con muchas modificaciones según las regiones y condiciones ambientales.

Producción a campo abierto

Este sistema de producción es el más extendido en México y de menor costo de inversión, ya que se produce la mayor diversidad de chiles. El cultivo suele estar establecido en suelo y es conducido en espaldera, sin ningún tipo de control en los factores climáticos. El cultivo suele estar más expuesto a la incidencia de plagas y enfermedades, debido a que no cuenta con una barrera física que proteja al cultivo. En cuanto al riego, para 2019 se reportó que el 89.6% de la superficie total de chile en México se encontraba bajo riego y el 98.5% de esta superficie estaba en condiciones de producción a campo abierto. El 100% de la superficie, bajo condiciones de temporal se encontró en este sistema de producción, que para 2019 representó el 10.4% de la superficie total de chile en el país (INTAGRI, 2020).

Producción en invernadero

Comprende la producción bajo cualquier tipo de cubierta, como son los invernaderos (baja, mediana y alta tecnología), casas sombra o macrotúneles. El uso de estructuras de cubierta está enfocado a la producción de chiles de gran valor económico. En este sistema de producción se tiene un control parcial o total, según el nivel tecnológico, de los factores climáticos; lo cual ayuda a mejorar la productividad del cultivo (INTAGRI, 2020).

El cultivo de chile bajo cubierta puede ser en suelo o sustrato y el sistema de conducción puede ser tipo holandés o en espaldera. El control fitosanitario del cultivo suele ser más eficaz por las barreras físicas con las que cuentan las estructuras. La totalidad de la superficie del cultivo de chile bajo cubierta cuenta con sistemas de riego.

En invernadero es crucial alcanzar un balance en el desarrollo de las plantas para obtener buenos rendimientos y productos de buena calidad, para lograrlo se requiere dominar el manejo de la temperatura en el invernadero, humedad relativa, radiación solar, manejo correcto del riego, deshoje y tutoreo, conocer los requerimientos nutricionales en diferentes etapas fenológicas del cultivo, balance de nitratos - amonio, disponibilidad de oxígeno, monitoreo nutricional, manejo del pH, la conductividad eléctrica y en invernaderos de alta tecnología el manejo del CO₂ es también un factor a considerar (INTAGRI, 2013).

Preparación del terreno a campo abierto

La preparación correcta del terreno es un aspecto de gran importancia para lograr el éxito de este cultivo. Para lograr estos objetivos se requieren efectuar las siguientes labores: barbecho, rastreo, nivelación, surcado (INIFAP, 2003).

Barbecho

Consiste en pasar por el terreno el arado de discos, de reja o de vertedera, a una profundidad de 20-30 centímetros, con el fin de romper, desmenuzar y aflojar el suelo; así como facilitar la aireación y aumentar la capacidad de retención de agua.

Rastreo

Después del barbecho se dejan transcurrir un tiempo de 15 a 20 días para que los factores del clima (temperatura, lluvias y viento) realicen su efecto sobre la superficie del suelo de esta manera se hacen más eficientes las labores de rastreo, que pueden consistir en dar uno o dos pasos de rastra con el fin de romper los terrones y dejar perfectamente mullido el suelo.

Nivelación

La nivelación del terreno facilita las labores posteriores del cultivo, para aprovechar tanto el agua de lluvia como de riego y evitar encharcamientos, se requiere del pase de una niveladora por el terreno con el objetivo de eliminar los pequeños montículos.

Surcado

Una vez realizadas las labores anteriores, se trazan los surcos con una separación de 85 a 92 cm entre surcos usando de preferencia el bordeado de doble vertedera.

Suelo

El chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero se desarrolla mejor en suelos franco arenosos, franco limoso o franco arcilloso, con alto contenido de materia orgánica (SIAP, 2010).

Producción de plántulas

La forma más eficiente y recomendable de producir planta de chile y tomate es en charola. Para producirla es necesario contar con un invernadero que logre un control óptimo de factores climáticos como son: luz, temperatura y humedad (Ramiro, 2003). Es recomendable utilizar charolas de 200 cavidades que producen plantas más vigorosas, además las raíces no sufren un maltrato ya que salen de las cavidades con el cepellón completo.

La siembra se realiza depositando una semilla por cavidad y una vez realizada se procede a cubrir la semilla con el mismo sustrato; después de ello se da un riego con regadera o aspersor cuidando que la gota sea fina para no descubrir la semilla (Aguirre *et al.*, 2017).

Trasplante

El momento más oportuno del trasplante es cuando han transcurrido 60 días o cuando la plántula tenga de 8 a 12 hojas verdaderas, cuando aparece la primera bifurcación en el tallo; las plántulas producidas en almácigos en piso tardan hasta 95 días después de la siembra para estar a punto de trasplante (Valadez, 2001).

Condiciones óptimas favorables

En relación con la temperatura el chile poblano es una planta muy exigente de calor para un buen desarrollo y producción la planta se requiere temperaturas entre los 20 °C a 25 °C, temperaturas superiores a 30°C se produce caídas de flores y por debajo de los 15°C se retrasa su crecimiento y menos de 10° C se producen daños importantes. Esta especie requiere una humedad relativa entre 50% y 70% especialmente en la floración y en la formación de frutos. La luminosidad es muy importante en el chile poblano durante todo su proceso vegetativo especialmente en la floración (Huerta *et al.*, 2007).

Ph

El chile ha sido clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez; el cultivo se puede desarrollar adecuadamente en suelos con valores de pH de 6.5 a 7.0 (Martínez, 2002).

Riego

El número de riegos, la frecuencia y cantidad de agua que se aplique, depende de la precipitación pluvial presente en cada año, así como la temperatura ambiental, frecuencia de vientos y la textura del suelo. Sin embargo, en general es conveniente aplicar un riego cada 20-25 días con una lámina de 10 a 12 cm, a excepción del riego de trasplante que requiere una lámina de 20 cm, es conveniente realizar de 7 a 9 riegos de auxilio durante el desarrollo del cultivo, realizando de 3 a 4 riegos para llegar a floración e inicio de formación de frutos y de 3 a 5 riegos en el periodo de formación de frutos y cosechas de frutos (Ascencio, 2013).

Riego por goteo

El riego por goteo en los cultivos hortícolas es el método más sencillo y eficiente de suministrar el agua y los fertilizantes en la zona radical de las plantas. Rivulis (2018) menciona las siguientes ventajas del riego por goteo en el cultivo de chile.

- Se pueden usar fuentes de agua de menor volumen, debido a que el riego por goteo requiere de una cantidad considerablemente menor de agua en comparación con otros sistemas de riego.
- Se reduce la presión por enfermedades debido a que el follaje de la planta permanece seco.
- Los costos de mano de obra y operación se pueden reducir en forma significativa y con el uso de la automatización es posible lograr mejores resultados eficientando tanto los recursos como aplicación del riego.
- Las aplicaciones de agua se realizan directamente en la zona de raíz de la planta. No se realizan aplicaciones entre las filas u otras áreas no productivas, lo que

resulta en un mejor control de malezas y un importante ahorro de agua y fertilizantes.

- Las operaciones de campo, como la cosecha, pueden continuar durante el riego porque las áreas entre filas permanecen secas.
- Los fertilizantes se pueden aplicar eficientemente a través del sistema de riego por goteo.
- En comparación con el riego por aspersión, se puede reducir la erosión del suelo y la lixiviación de nutrientes

Fertilización

La fertilización del cultivo se puede realizar en base a productos granulados, para aplicaciones al suelo, o productos solubles para fertirrigación, o combinaciones de ambos complementados con productos foliares. La selección dependerá del tipo de riego, la conveniencia, la disponibilidad del nutriente y el conocimiento del producto (Alvares y Pino, 2015).

En un sistema de fertiriego los mejores resultados experimentales y de validación, se han obtenido con el tratamiento 180-90-00 de fertilización, dosificado por etapa fenológica y aplicado con riego por goteo durante el desarrollo del cultivo (Cesario y Ángel, 2003).

Deshierbe

Es necesario que el cultivo se mantenga libre de malezas durante todo el ciclo, ya que además de la competencia con éste, sirven de refugio de plagas que transmiten enfermedades virales, cuatro deshierbes manuales en todo el ciclo son suficientes para mantener limpio el cultivo (García, 2009).

Podas

Es una práctica frecuente y útil que mejora la producción y calidad comercial de fruto. Con la poda se obtienen plantas equilibradas, vigorosas y aireadas, para que los frutos no queden ocultos entre el follaje, además, se delimita el número de tallos con los que se desarrollará mejor la planta (Carrillo *et al.*, 2018).

Tutorado

El tutorado se realiza con la finalidad de proporcionar el soporte a las plantas de chile. Esta práctica consiste en amarrar hilo de rafia a las estacas desde la parte inferior hasta la parte superior, generalmente no existe una distancia exacta entre cada hilera de rafia (Rojas, 2008).

Cosecha

Los frutos de chile ancho generalmente se destinan al mercado de hortalizas en fresco, la cosecha de chile poblano de la variedad AM-VE se inicia entre los 130 y 140 días después del trasplante, cuando los frutos alcanzan el tamaño característico y presentan una coloración verde brillante (INIFAP, 2008).

Fertilización biológica en la agricultura

Para incrementar los rendimientos y calidad en la producción se ha venido recurriendo a diferentes técnicas nuevas, pero poco difundidas y normadas, como es el uso de microorganismos benéficos que minimicen los impactos del método convencional de producción y aseguren la permanencia de la agricultura. Los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un papel fundamental cuando la agricultura tiene la necesidad de adoptar medidas conservacionistas y de menor impacto ambiental, ya que minimizan los impactos de la fertilización convencional y aseguran la permanencia de la agricultura sustentable (Hernández *et al.*, 2017).

El empleo de Biofertilizantes microbianos (rizobacterias y hongos formadores de micorrizas), está considerado como una de las contribuciones más importantes de

la biotecnología y la microbiología a la agricultura actual, es una tecnología clave para asegurar la sustentabilidad y productividad agrícola de bajo impacto ambiental, que además de incrementar el rendimiento de los cultivos, mejora la fertilidad del suelo y reduce las poblaciones de microorganismos fitopatógenos, minimizando así los costos de los insumos sintéticos y la contaminación del medio ambiente, coadyuvando de esta manera a la sustentabilidad de la agricultura (Mohammadi y Sohrabi, 2012).

El desarrollo y uso de estos agroinsumos se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales, que son costosos y tienen un impacto adverso sobre la salud y los ecosistemas (Aguado *et al.*, 2012).

Usos de microorganismos en la agricultura

Los microorganismos del suelo, como los hongos micorrízicos arbusculares o las bacterias promotoras del crecimiento representan la unión clave entre las plantas y los nutrientes minerales del suelo. Por esta razón en los últimos años se está incrementando exponencialmente la importancia de estos tipos de microorganismos en las explotaciones agrícolas, lo que está transformando de forma radical la industria de los fertilizantes, con una sustitución muy importante de los productos químicos por productos biológicos basados en microorganismos, tanto bacterias como hongos (García, 2017).

Los microorganismos benéficos son aquellos que realizan alguna función que favorece el crecimiento, la nutrición o la salud de los hospederos con quienes interactúan o bien proporcionan un beneficio directo al ambiente (Pazos *et al.*, 2016)

Entre los microorganismos benéficos para las plantas pueden distinguirse dos grupos en función del tipo de mecanismo implicado. El primer grupo son los denominados agentes de control biológico, que favorecen la salud y el crecimiento vegetal por mecanismos llamados indirectos, ejerciendo acciones de antagonismo frente a patógenos y parásitos de las plantas. El segundo grupo son los agentes o microorganismos biofertilizantes que promueven la nutrición y el crecimiento de las

plantas mediante mecanismos directos, pues facilitan la disponibilidad de nutrientes tales como el nitrógeno, el fósforo o el agua, elementos imprescindibles para el crecimiento vegetal (Sanjuán y Moreno, 2010).

Santander y Jorge (2014) señalan que los microorganismos del suelo desempeñan una función importante en el mantenimiento de la estabilidad de los agroecosistemas, contribuyendo a la fertilidad del suelo, a la estructura y biodiversidad y tienen un efecto real sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Trichoderma spp

Generalidades

Trichoderma es un género de hongos saprófitos que están presentes en todos los suelos y cuentan con una gran capacidad de adaptación, en especial en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición (Harman y Lumsden, 1990).

Las especies de *Trichoderma* poseen alta adaptabilidad a condiciones ecológicas y pueden crecer de manera saprofítica, interactúan con plantas y se desarrollan en diversos sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura (Ramos *et al.*, 2008).

Diversas especies de este género están asociadas con la rizósfera de plantas o pueden relacionarse de manera endofítica, por lo que pueden promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la producción de auxinas y giberelinas; también pueden producir ácidos orgánicos (glucónico, fumárico, y cítrico) que pueden disminuir el pH del suelo y propiciar la solubilización de fosfatos, magnesio, hierro y manganeso, los cuales son vitales para el metabolismo vegetal (Torres *et al.*, 2015).

Trichoderma es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito. Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum* (Martínez *et al.*, 2013).

Trichoderma harzianum

Trichoderma harzianum posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Ezziyyani *et al.*, 2004).

Villegas (2005) menciona que resultados de campo demuestran un incremento en la actividad de las especies de *Trichoderma harzianum* como micoparásito, cuando se inoculan en la semilla disminuyendo la población de *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium* sp y *Pythium* sp en el suelo. También se comprobó que la aplicación sobre el suelo en pre siembra, siembra y post-emergencia temprana, logra disminuir la incidencia de las enfermedades en cultivos agrícolas en más del 60% y además demora la aparición de los síntomas de los patógenos en la planta.

Micorrizas

Generalidades

Los hongos por carecer de clorofila son incapaces de sintetizar muchos de sus compuestos críticos para su ciclo vital, pero en términos de absorción de los mismos a partir de otras fuentes, tiene mecanismos muy eficaces ya que deben obtener el material que no pueden sintetizar de otras fuentes, dando lugar así a diversas

estrategias como las micorrizas, que son relaciones mutualistas simbióticas entre algunos hongos del suelo y las raíces de las plantas; las micorrizas no son ni los hongos ni las raíces, sino las estructuras formadas a partir de estos dos socios (Lira, 2017).

Las micorrizas proporciona nutrientes minerales a las plantas, principalmente fósforo, hormonas de crecimiento; protección contra ciertos patógenos y mejor absorción de agua, mediante un sistema ramificado de hifas extra radicales capaz de explorar el suelo más allá de la zona de influencia de la raíz, actuando como una extensión del sistema radical y con ello, mayor tolerancia a la sequía, aumento de las tasas fotosintéticas, concentraciones más bajas de elementos tóxicos como el cadmio y el arsénico en tejidos vegetales, además de mejorar las propiedades físicas del suelo (Muchovej *et al.*, 2001). Cuando se establece la interacción, los hongos por lo general modifican la morfología de la raíz, desarrollando nuevas estructuras que caracterizan a los diferentes tipos de micorrizas (Aguilera *et al.*, 2007).

Importancia de las micorrizas

Las investigaciones sobre el uso de microorganismos benéficos en la agricultura, entre los principales los hongos micorrízicos arbusculares han marcado un gran avance, ya que la relación simbiótica que se produce entre microorganismos y el sistema radicular de las plantas influye de manera determinante en el desarrollo, productividad y supervivencia de las mismas en las diferentes zonas agrícolas. El uso de micorrizas tiene un gran potencial biotecnológico, debido a que facilitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por lo tanto, plantas micorrizadas poseen una ventaja importante con respecto a las plantas no micorrizadas (Berdugo, 2009).

Clasificación de las micorrizas

Los diferentes tipos de micorrizas presentes en el suelo, pueden distinguirse por su morfología y en cierta medida en su fisiología (Turk *et al.*, 2006). Su clasificación se basa en el tipo de relación hongo-planta y al estado de la comunicación entre células de la raíz con el micelio del hongo. Se reconocen a cinco grupos de micorrizas

basándose en criterios morfológicos, anatómicos y sistemáticos tanto de las plantas como de los hongos. Esos grupos son; ectomicorrizas, micorrizas de ericales, micorrizas de Orchidaceae, ectoendomicorrizas y micorrizas arbusculares también llamadas Endomicorrizas.

Glomus intraradices

El orden *Glomales* incluye alrededor de 150 especies de hongos micorrícicos vesículo arbusculares, las cuales se han clasificado en base a sus características morfológicas y estructurales de las esporas asexuales. Los beneficios que aporta el género *Glomus* es la protección a diversas situaciones dañinas para las plantas, como el ataque de patógenos, y parásitos; ya que protege por medio de competición, impidiendo la llegada de algún patógeno a las raíces, o puede producir sustancias antibióticas que detienen o matan algunos organismos nocivos presentes en el suelo como, por ejemplo; *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis basicola*, *Macrophomins* y *Verticillium* (Flores, 2012).

El uso de hongos micorrícicos arbusculares como *Glomus aggregatum*, *G. mosseae* y *G. intraradices*, que colonizan raíces de diferentes especies vegetales, ocupan sitios de entrada y de alimentación de nematodos, favorecen la disponibilidad de nutrientes y mejoran el desarrollo de los cultivos donde se utilizan (Cristóbal *et al.*, 2010).

Bacillus spp

Generalidades

Las especies de *Bacillus* se encuentran ampliamente distribuidas a nivel mundial debido a su habilidad para formar endosporas, característica que les confiere resistencia y potencia su aislamiento en diversos hábitats, tanto ecosistemas acuáticos como terrestres, e incluso en ambientes bajo condiciones extremas (*Tejera et al.*, 2011).

Kloepper (2004) describen al género *Bacillus* como promotor de crecimiento en plantas debido a los mecanismos de resistencia sistémica inducida que poseen frente a bacterias y hongos patógenos, virus sistémicos y nematodos de la raíz.

Dentro del grupo de bacterias, las del género *Bacillus* son las más empleadas para el control de los insectos plaga. Las bacterias atacan al insecto en su etapa larvaria y de acuerdo a sus hábitos y su grado de infección, se pueden clasificar en potenciales, facultativas y obligatorias. (Gallegos *et al.*, 2003).

Bacillus subtilis

Bacillus subtilis es una bacteria gram positiva que produce una gran cantidad de lipopeptidos, metabolitos primarios o secundarios, con amplio espectro antibiótico. Dichos metabolitos son supresores efectivos de algunos patógenos que atacan a las plantas (Ariza y Sánchez 2012).

Dada su gran diversidad en el suelo y en la rizósfera, se considera a este microorganismo como un colonizador eficaz. Por tal motivo, el uso de bacterias para el control biológico provee una herramienta sustentable para el control de fitopatógenos (Barka *et al.*, 2002).

Bacillus subtilis promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo causadas por *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp, *Meloidogyne* spp y *Rhizoctonia solani* (Cuervo, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en el Campo Experimental Saltillo (CESAL) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Saltillo, Coahuila, entre las coordenadas geográficas de 101°01'59" longitud oeste y 25°20'41" latitud norte, a una altitud de 1792 msnm (Google Earth, 2020), con clima seco del tipo BsoKW (e), con un verano cálido, con una precipitación promedio anual de 214 mm y una temperatura media de 19°C (García, 1986).

Germoplasma utilizado

El material genético que se utilizó en la presente investigación corresponde a la variedad de chile poblano AMVR, generada por el INIFAP en el Campo Experimental San Luis de San Luis Potosí, México.

Cuadro 1. Características botánicas de la variedad de chile ancho mulato AM-VR.

Altura de planta	75 a 100 cm
Cobertura de follaje	75 a 85 cm
Pubescencia follaje	Muy escasa
Ramificación	Bifurcada
Tipo de raíz	Pivotante ramificada
Días a floración (después del trasplante)	44-48
Días a primera cosecha para fruto verde	130
Días a primera cosecha para fruto maduro	150

Producción de plántulas

La siembra de las semillas se realizó el día 11 de mayo de 2019 utilizando charolas de polietileno de 200 cavidades, para la siembra se utilizó peat moss como sustrato, depositando una semilla por cavidad, se colocaron las charolas dentro del invernadero y se le aplicaba riegos constantes para mantener la charola con la humedad adecuada y se obtener con éxito la germinación de las semillas.

Trasplante en condiciones de invernadero

El trasplante se llevó a cabo el día 26 de junio, la distribución de tratamientos y repeticiones de microorganismos en chile ancho dentro del lote experimental fue de 4 tratamientos con 3 repeticiones, con 6 plantas por cada repetición, teniendo un total de 72 plantas.

Cuadro 2. Distribución de tratamientos y repeticiones del lote experimental dentro del invernadero.

T-3 R-3 P-6	T-2 R-3 P-6	T-1 R-3 P-6
T-3 R-3 P-5	T-2 R-3 P-5	T-1 R-3 P-5
T-3 R-3 P-4	T-2 R-3 P-4	T-1 R-3 P-4
T-3 R-3 P-3	T-2 R-3 P-3	T-1 R-3 P-3
T-3 R-3 P-2	T-2 R-3 P-2	T-1 R-3 P-2
T-3 R-3 P-1	T-2 R-3 P-1	T-1 R-3 P-1
T-4 R-3 P-6	T-1 R-2 P-6	T-3 R-2 P-6
T-4 R-3 P-5	T-1 R-2 P-5	T-3 R-2 P-5
T-4 R-3 P-4	T-1 R-2 P-4	T-3 R-2 P-4
T-4 R-3 P-3	T-1 R-2 P-3	T-3 R-2 P-3
T-4 R-3 P-2	T-1 R-2 P-2	T-3 R-2 P-2
T-4 R-3 P-1	T-1 R-2 P-1	T-3 R-2 P-1
T-2 R-2 P-6	T-3 R-1 P-6	T-4 R-2 P-6
T-2 R-2 P-5	T-3 R-1 P-5	T-4 R-2 P-5
T-2 R-2 P-4	T-3 R-1 P-4	T-4 R-2 P-4
T-2 R-2 P-3	T-3 R-1 P-3	T-4 R-2 P-3
T-2 R-2 P-2	T-3 R-1 P-2	T-4 R-2 P-2
T-2 R-2 P-1	T-3 R-1 P-1	T-4 R-2 P-1
T-1 R-1 P-6	T-4 R-1 P-6	T-2 R-1 P-6
T-1 R-1 P-5	T-4 R-1 P-5	T-2 R-1 P-5
T-1 R-1 P-4	T-4 R-1 P-4	T-2 R-1 P-4
T-1 R-1 P-3	T-4 R-1 P-3	T-2 R-1 P-3
T-1 R-1 P-2	T-4 R-1 P-2	T-2 R-1 P-2
T-1 R-1 P-1	T-4 R-1 P-1	T-2 R-1 P-1

T-1= Trichoderma spp; T-2= Micorriza; T-3= Bacillus spp; T-4= Testigo.

Inoculación de microorganismos

La inoculación de los microorganismos benéficos a las plantas de chile poblano se realizó el día 28 de junio de 2019 dos días después del trasplante, posteriormente se realizaron 2 inoculaciones más a los 30 y a los 60 días después del trasplante. Los productos utilizados para la inoculación fueron: *Trichoderma* spp (Prevence T3), *Bacillus* spp (Bioshield-R) y micorriza INIFAP.

Riego

Se realizó utilizando un sistema de riego por goteo, aplicando dos riegos por día en la etapa inicial de desarrollo de las plantas, proporcionando un riego en la mañana y uno en la tarde, el tiempo de riego fue de 5 minutos, cuando la planta alcanzo la etapa de floración y de amarre de frutos se le proporciono un riego más realizándose al medio día para completar la cantidad de agua requerida para la planta.

Fertilización

La fertilización se realizó con la fórmula 196 N, 232 P, 174K y 113 Ca, mediante una solución nutritiva correspondiente a 600 litros de agua con adición de 3 litros de solución A y 1.2 litros de solución B, más 360 ml de acibuffer solución amortiguadora de pH. En los cuadros 3 y 4 se presentan las fuentes nutritivas de la solución A y B.

Cuadro 3. Fuentes de fertilizantes para la preparación de solución A (macronutrientes) en el cultivo de chile poblano.

Fuente	Cantidad
Fosfato monoamónico (MAP)	340 g
Nitrato de calcio	2080 g
Nitrato de potasio	1100 g

Nota: Se colocaron 6 litros de agua en un recipiente y se agregaron las fuentes de fertilizantes en el orden mencionado, después agitamos hasta disolver por completo y por último se aforó con 4 litros de agua para obtener una solución concentrada de 10 litros.

Cuadro 4. Fuentes de fertilizantes para la preparación de solución B (micronutrientes) en el cultivo de chile poblano.

Fuente	Cantidad
Sulfato de Mg	492 g
Sulfato de Cu	0.48 g
Sulfato de Mn	2.48 g
Sulfato de Zn	1.2 g
Boro	6.2 g
Sulfato de Fe	50 g

Nota: En dos litros de agua colocados en un recipiente se agregaron los fertilizantes en el orden mencionado hasta disolverse por completo, posteriormente se agregaron dos litros de agua hasta obtener una solución cuatro veces concentrada.

Tutorado

Se colocaron dos tutores de forma horizontal, el primero se realizó a los 25 días después de trasplante y el segundo a los 40 días después de trasplante, consistió en amarrar 2 rafias a 30 centímetros de altura tensando en la base de los tubos quedando la planta en medio de las dos rafias con la finalidad de sostener las plantas y evitar que por su crecimiento y el peso de los frutos esta pudiera sufrir una lesión.

Poda

Esta práctica se llevó de forma manual eliminando los brotes de la base del tallo con la finalidad de inducir un mayor crecimiento de la planta.

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades desde el inicio del crecimiento de las plantas se estuvo monitoreando de manera constante para detectar y prevenir las plagas y enfermedades que podían presentarse durante el ciclo del cultivo. Se utilizó un control químico realizando aplicaciones conforme se fueron presentando las plagas y enfermedades, para realizar las aplicaciones se utilizaron mochilas aspersoras.

Las plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo fueron:

Mosquita blanca (*bemisia tabaci*)

Esta plaga se presentó en el inicio de la floración, para su control se utilizaron tres productos alternándolos en cada aplicación, los productos utilizados fueron: Confidor (imidacloprid), danapir (dimetoato) y abamectina (abamectina). Se realizó las aplicaciones con una mochila aspersora, las aplicaciones se realizaban al inicio del día o en la tarde que es cuando la mosquita presentaba menor movilidad, aplicando el producto por toda la planta, principalmente en el haz y envés de las hojas.

Cenicilla polvorienta (*Leveillula taurica*)

La enfermedad de cenicilla se presentó después de la segunda cosecha a los 98 días después de trasplante, cuando se presentaba mayor humedad, para el control se aplicó un fungicida, el producto utilizado fue: sanatil (propiconazol), se realizaron dos aplicaciones utilizando una dosis de 1ml por litro de agua, la aplicación se realizó con una mochila aspersora.

Pudrición apical del fruto (fisiopatía)

Se presentó en los frutos como una lesión de color café oscuro en el ápice del fruto, esta fisiopatía se debe a la falta de inmovilidad de calcio en la planta, provocado también por las altas temperaturas presentes dentro del invernadero, para corregir se aplicó Fertiplus+, que es un producto a base de calcio utilizando una dosis de 2ml por litro de agua.

Cuadro 5. Productos aplicados al cultivo de chile poblano, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.

producto	Ingrediente activo	Producto	Dosis
Insecticidas	Imidacloprid	Confidor	1ml/L
	Abamectina	Abamectina	1ml/L
	Dimetoato	Danapir	1ml/L
Fungicida	Propiconazol	Sanatil	1ml/L
Foliar	Nutriente orgánico	Fertiplus	2ml/L
Adherente		Pegodel	1ml/L

Cosecha

La cosecha de chile poblano se inició el día 15 de septiembre, la segunda cosecha el 28 de septiembre y se terminó con la tercera cosecha el día 19 de octubre, esta práctica se realizó de manera manual separando los frutos de cada planta en bolsas plásticas para posteriormente ser evaluadas.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AP), Diámetro de Tallo (DT), Clorofila (CL), Numero de frutos por planta (NFP) Peso Promedio del Fruto (PPF), Longitud de Fruto (LF), Diámetro de Fruto (DF), Rendimiento (REND).

A continuación, se describen cada uno de las variables evaluadas:

Altura de planta (AP)

Para obtener la variable de la altura de la planta (AP) se eligieron 3 plantas de cada repetición de todos los tratamientos, iniciando con la primer toma de datos el día 24 de julio y realizando la toma de datos cada 15 días, en total se realizaron 5 tomas de datos de altura de la planta durante el ciclo del cultivo, para tomar la altura se inició midiendo con una regla desde la base del tallo, después de que la planta alcanzo un mayor tamaño se utilizó una cinta métrica para realizar la medición.

Diámetro de Tallo (DT)

La evaluación de esta variable se realizó con la ayuda de un vernier pretul 21455, se eligieron 3 plantas de cada repetición del lote experimental, tomando los datos cada 15 días, iniciando el día 24 de julio del 2019.

Clorofila (CL)

Para esta variable se comenzó a medir a los 34 días después del trasplante, el aparato utilizado fue el Spad minolta 560. La medición se realizó en tres plantas de

cada repetición, consistió en tomar una muestra de la parte intermedia de la planta, durante 10 semanas consecutivas.

Numero de frutos por planta (NFP)

Se evaluó en cada uno de los cortes realizados, consistió en contar los frutos cosechados de cada una de las plantas de la unidad experimental.

Peso Promedio del Fruto (PPF)

Esta variable se obtuvo del peso de tres frutos diferentes de cada una de las seis plantas, eligiendo 3 frutos al azar de cada repetición de todos los tratamientos, para obtener el peso de cada fruto se utilizó una balanza tipo electrónica.

Longitud de Fruto (LF)

Para obtener estas variables se midieron tres frutos elegidos al azar de todas las plantas de la unidad experimental. Estas variables se midieron con un vernier Pretul 21455.

Diámetro de fruto (DF)

Para obtener la variable se tomó la medida de diámetro de los tres frutos elegidos al azar, utilizando un vernier Pretul 21455.

Rendimiento (REND)

Para obtener esta variable se contabilizó el número de frutos de la planta en cada cosecha y se multiplicó por el peso promedio de frutos obtenido.

Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El tratamiento 1 (T1) *Trichoderma* spp, el tratamiento 2 (T2) micorriza, el tratamiento 3 (T3) *Bacillus* spp y el tratamiento 4 (T4) representa al testigo. Se trabajó en un invernadero de media tecnología en el cual no se podía tener un control de las condiciones ambientales. Las plantas trasplantadas en macetas se distribuyeron a 1 m de distancia entre hileras y 0.50 m entre plantas.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde

μ = Efecto común de todas las observaciones

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento, $i = 1, 2, \dots, t$ tratamientos

$E_{ij} = \sim N(\mu, \sigma^2)$ y de forma independiente

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables se utilizó el paquete estadístico SAS, donde se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con la prueba de Tukey con una probabilidad de $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 6) para la variable longitud de fruto (LF), indicó diferencias significativas entre tratamientos, en comparación con clorofila (CL), diámetro de tallo (DT) altura de planta (AP), diámetro de frutos (DF), número de frutos por planta (NFP), peso promedio de frutos (PPF) y rendimiento (REND) las cuales estadísticamente no presentaron diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas en la producción de Chile Poblano tratados con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, Coahuila, 2019.

FV	GL	AP	DT	CL	NFP	PPF	LF	DF	REND
TRAT	4	110.6 ^{NS}	0.1 ^{NS}	3.6 ^{NS}	0.7 ^{NS}	6.1 ^{NS}	0.8*	0.007 ^{NS}	900913.9 ^{NS}
REP	3	312.7	0.03	2.3	0.7	3.1	0.009	0.002	143051.06
E.E	12	92.0	0.007	4.3	0.3	9.8	0.1	0.04	665150.5
MEDIA		66.9	0.87	69.0	6.4	56.9	10.2	5.1	6254.7
C.V %		14.3	10.07	3.0	9.7	5.5	4.1	4.0	13.03

*= Diferencias significativas ($P \leq 0.05$); NS= Diferencias no significativas; FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; TRAT= Tratamientos; REP = Repeticiones; E. E= Error Experimental; CV= Coeficiente de variación; AP= Altura de planta; DT= Diámetro de tallo; CL= Clorofila; NFP= Número de frutos por planta; PPF= Peso promedio del fruto; LF= Longitud de fruto; DF= Diámetro de fruto; REND= Rendimiento.

Altura de planta (AP)

En el análisis de varianza (Cuadro 6) para esta variable, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo al analizar el comportamiento de la altura durante el ciclo (Figura 2) se encontraron diferencias numéricamente en la altura de las plantas en los diferentes tratamientos, resaltando el

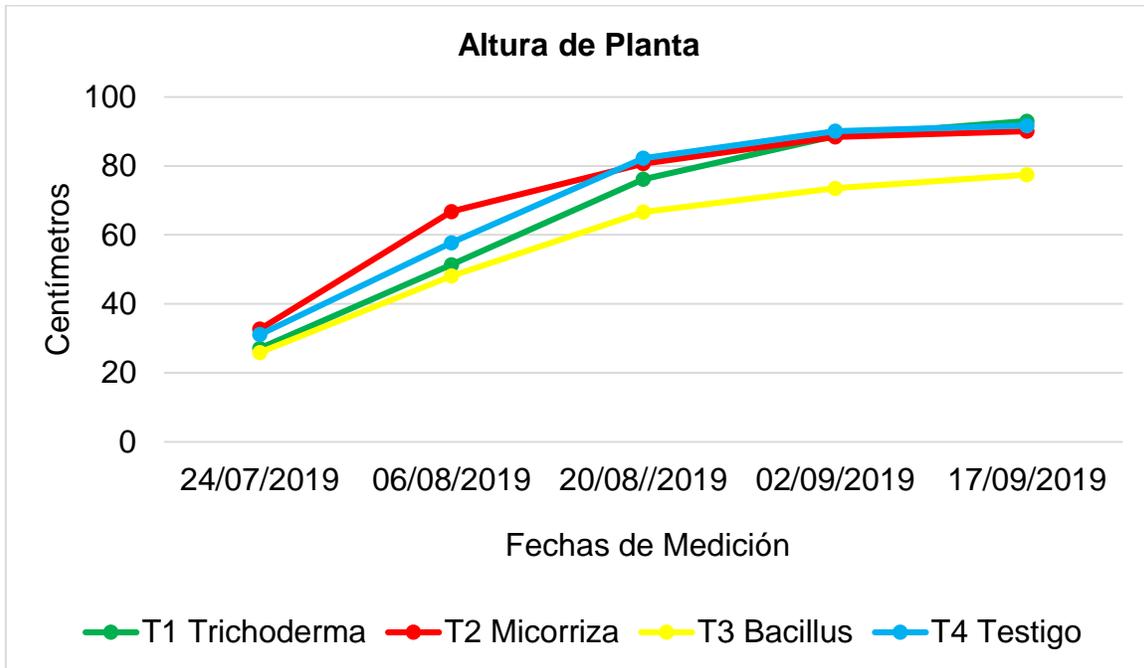
tratamiento 2 Micorriza con una mayor altura de las plantas, datos muy similares son los que mostraron las plantas del tratamiento 4 que corresponde al testigo, seguido del tratamiento 1 *Trichoderma* y al final se encuentra el tratamiento 3 *Bacillus* que presento la menor altura de plantas durante el ciclo. Los resultados, no fueron los esperados ya solo uno de los tratamientos supero al testigo, sin embargo, esa diferencia no fue tan notable ya que presentaron alturas muy similares, en el caso de los demás tratamientos con microorganismos no superaron al testigo, lo que demuestra que no hubo un buen funcionamiento de los microorganismos, suponemos que estos resultados pudieron deberse a las condiciones en las que se realizó el experimento, ya que durante todo el ciclo del cultivo se le proporcionaron los nutrientes y agua que requería a la planta, provocado así que los microorganismos no presentaran algún efecto para ayudar en el desarrollo de la planta.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, fueron diferentes a los presentados por Guillen *et al.*, (2006) los cuales mencionan que plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) inoculadas con aislados de *Bacillus* sp presentaron mayor altura que el testigo y un incremento del 33% y un 24%, respecto al tratamiento tradicional. Por su parte, Gonzales *et al.*, (2017) al evaluar rizobacterias en el cultivo de chile poblano, los resultados evidenciaron que el 49 % de los tratamientos inoculados con las rizobacterias mostraron incrementos en altura, área foliar y producción de biomasa seca total respecto al testigo. En un estudio similar Yau *et al.*, (2013) encontraron incrementos en altura, diámetro, número de hojas, biomasa seca y área foliar por efecto de la inoculación de *S. marcescens* y *Bacillus cereus* en plantas de chile, debido a que estos microorganismos tienen la capacidad de producir ácido indolacético e inhibir fitopatógenos como *P. capsici* hasta en un 75 %.

En un estudio realizado por Velasco *et al.*, (2016) al poner a prueba el uso de humus liquido más micorriza en el cultivo de lechuga, los resultados demostraron que los tratamientos con la combinación de humus liquido más micorriza presentaron una mayor altura de planta en relación al testigo.

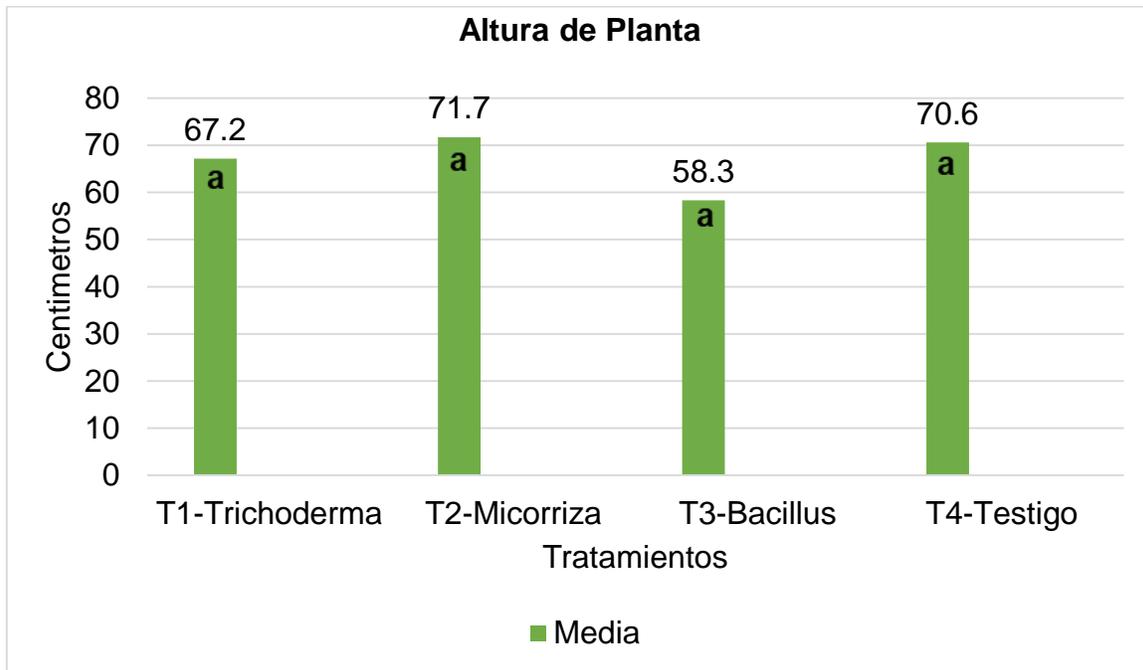
En otro estudio Fernández *et al.*, (2007) al evaluar inóculos micorrízicos en plantas de tomate, reportó un incremento significativo en altura y biomasa seca respecto a plantas no micorrizadas.

Figura 2. Comportamiento de la altura de la planta en el cultivo de chile poblano tratado con microorganismos benéficos bajo condiciones de invernadero en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



En la comparación de medias para la variable de altura de planta (Figura 3), se muestran los resultados obtenidos, donde resalta el tratamiento 2 Micorriza con un valor de 71.7 cm, seguido del testigo que fue el tratamiento 4 con un valor de 70.6 cm, en tercer lugar, tenemos al tratamiento 1 con un valor de 67.2 cm y al final se encuentra el tratamiento 3 representando a *Bacillus* el cual registro el valor más bajo en altura de planta con 58.3 cm.

Figura 3. Comparación de medias de la variable altura de planta en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Diámetro de tallo (DT)

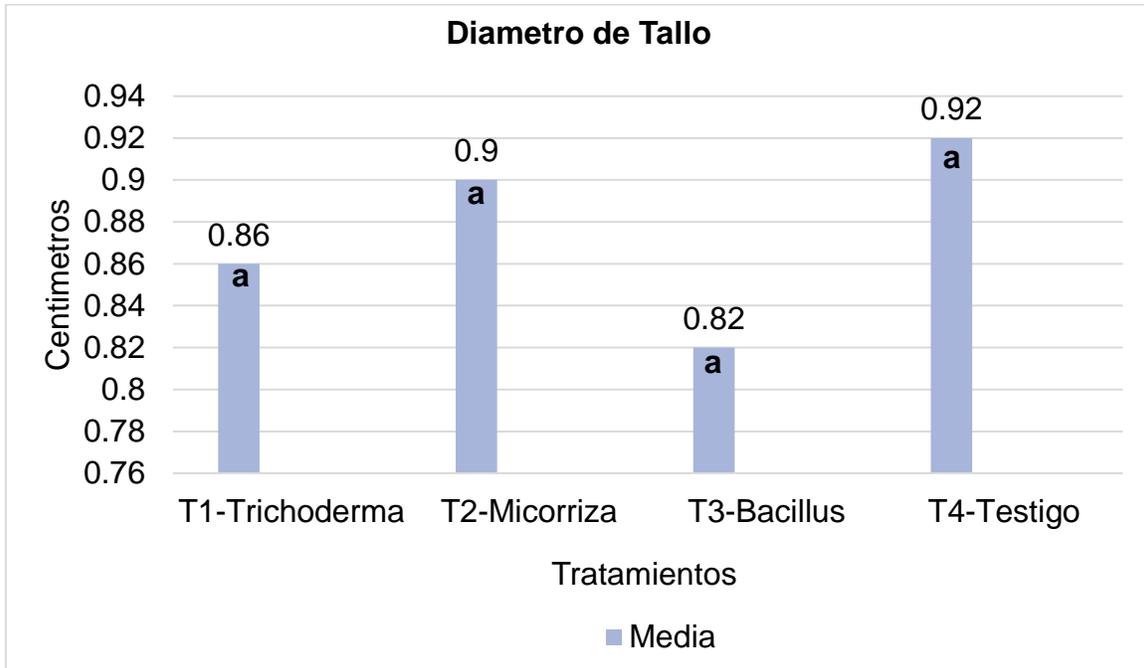
El análisis de varianza (Cuadro 6) indica que no existen diferencias significativas para la variable diámetro de tallo, numéricamente en la comparación de medias (Figura 4) entre los 4 tratamientos si se muestran diferencias en los valores obtenidos, teniendo al tratamiento 4 que representa al testigo como el mayor número de diámetro de tallo con un valor de 0.92 cm. Seguido del tratamiento 2 Micorriza con un valor de 0.9 cm, después le sigue el tratamiento 1 *Trichoderma* con un valor de 0.86 cm y al final se encuentra el tratamiento 3 *Bacillus* con un valor de 0.82 cm. Los resultados obtenidos no fueron los esperados ya que no se resaltó a ningún microorganismo que proporcionara un mayor incremento en el diámetro de tallo, teniendo al tratamiento 4 como el mejor en esta variable pensamos que este efecto pudo deberse a las

hormonas presentes en el cual al tener un mayor número de hormonas causa un efecto en el crecimiento de la planta presentándose mayor elongación suponemos también que este resultado pudo deberse a las condiciones en que se establecieron los microorganismos, en el cual pudo haber afectado el tipo de suelo utilizado que no permitió una colonización adecuada y por lo tanto no se reflejó un incremento del diámetro de tallo en comparación con el testigo.

Los resultados obtenidos son diferentes a los reportados por Alonso *et al.*, (2013) donde describe que los hongos micorrícicos arbusculares en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L) promovieron una mayor eficiencia en la absorción nutrimental, lo que originó un mejor desarrollo en el diámetro del tallo de las plantas inoculadas respecto a las testigo. Resultados similares a los de Reyes *et al.*, (2016) quien encontró que la micorrización en plantas de chile serrano y poblano, favoreció el incremento en el crecimiento vegetal reflejado en una mayor altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa fresca aérea.

López y González (2004) al evaluar el crecimiento de las plantas de chile en invernadero, observaron que todos los tratamientos con cepas nativas de *Trichoderma* spp., superaron al testigo produciendo tallos más robustos, plantas de mayor porte y más vigorosas que plantas con manejo convencional.

Figura 4. Comparación de medias de la variable diámetro de tallo en el cultivo de Chile Poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



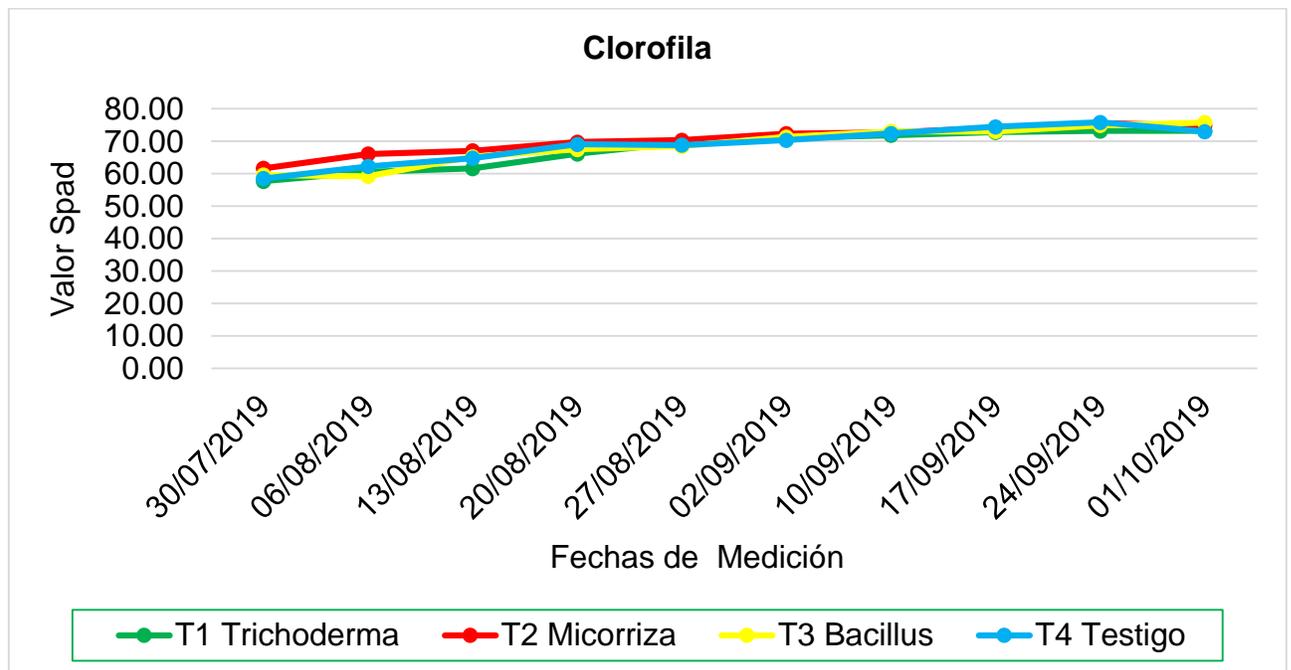
Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Clorofila (CL)

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 6), para esta variable indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, en la dispersión de clorofila durante el ciclo (Figura 5), se muestra los 4 tratamientos utilizados en el cual numéricamente si existen diferencias, resaltando al tratamiento 2 correspondiente a micorriza con una mayor dispersión de clorofila durante el ciclo, seguido del tratamiento 4 que representa al testigo el cual también presento características muy similares en la captación de clorofila, el tratamiento 3 que corresponde a *Bacillus* numéricamente aparece en tercer lugar en comparación con los dos primeros tratamientos, seguido de *Trichoderma* que presento la dispersión de clorofila más baja. Esto pudo deberse al mayor crecimiento de las plantas en el tratamiento 2 el cual reporta una mayor dispersión de clorofila, otro punto que se

observo fue el número de frutos por planta, numéricamente registro un menor número de frutos, lo cual pudo favorecer a tener un mayor incremento en la altura de la planta, por lo tanto, presentar mayor crecimiento de las hojas que le ayudaron a tener una mejor captación de clorofila. En general los valores spad, se fueron incrementando en las diferentes fechas en la etapa de desarrollo de la planta y al inicio de fructificación los valores spad, no aumentaron y se puede observar una dispersión constante.

Figura 5. Dispersión de clorofila en el cultivo de chile poblano tratado con microorganismos benéficos.



Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados por Díaz *et al.*, (2013) los cuales mencionan, que el uso de la micorriza *Rhizofagus intraradices* en el cultivo de pimiento, incrementó significativamente el valor Spad, el cual se correlaciona con el contenido de clorofila y la absorción de nutrimentos.

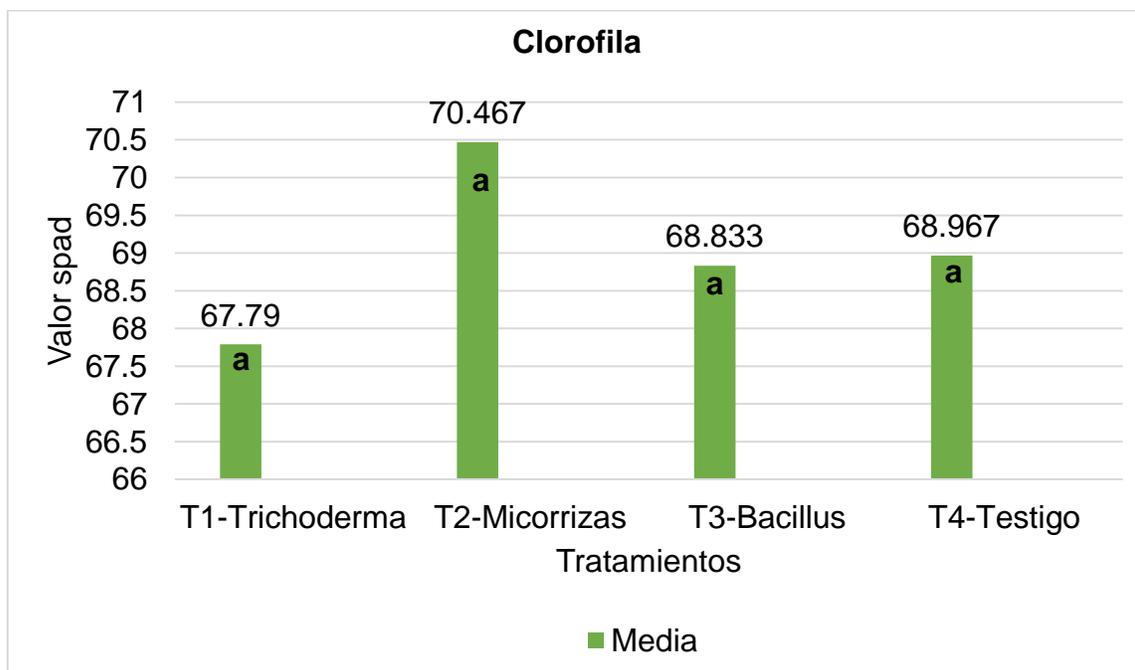
Estudios realizados por Abdel y Mohamedin (2000) en el cultivo de sorgo reportaron también que la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares incrementa los pigmentos fotosintéticos comparado con plantas no inoculadas. Loredó *et al.*,

(2007), demostraron que hongos micorrízicos fueron promotores de una mayor concentración de N foliar, comparando con plantas de maíz no inoculadas, variable que fue correlacionada con los valores Spad.

Martínez *et al.*, (1999) en un estudio realizado en el efecto de la vermicomposta y el uso de micorrizas en el cultivo de chile serrano, determinó que la tasa fotosintética a 78 días después de la siembra fue mayor en todos los tratamientos con micorriza más vermicomposta; posteriormente, a los 106 y 156 días la fotosíntesis disminuyó en plantas inoculadas debido a la iniciación del fructificación. Estos resultados fueron similares a los encontrados en esta investigación en el cual se puede observar un incremento de los valores Spad en el desarrollo de la planta hasta llegar a la etapa de fructificación donde los valores Spad, ya no se incrementaron.

La comparación de medias para la variable de clorofila (Figura 6) se puede ver el comportamiento de los valores de clorofila en los diferentes tratamientos en el ciclo del cultivo, el cual indica que el tratamiento 2 Micorriza fue el que mejor respondió a esta variable con 70.467 unidades Spad, seguido del tratamiento 4 con 68.967 unidades Spad que fue similar al tratamiento 3 *Bacillus* el cual reporto 68.833 unidades Spad, por último se encuentra el tratamiento 1 *Trichoderma* con un valor de 67.79 unidades Spad.

Figura 6. Comparación de medias de la variable clorofila en el cultivo de Chile Poblano tratadas con microorganismos benéficos, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

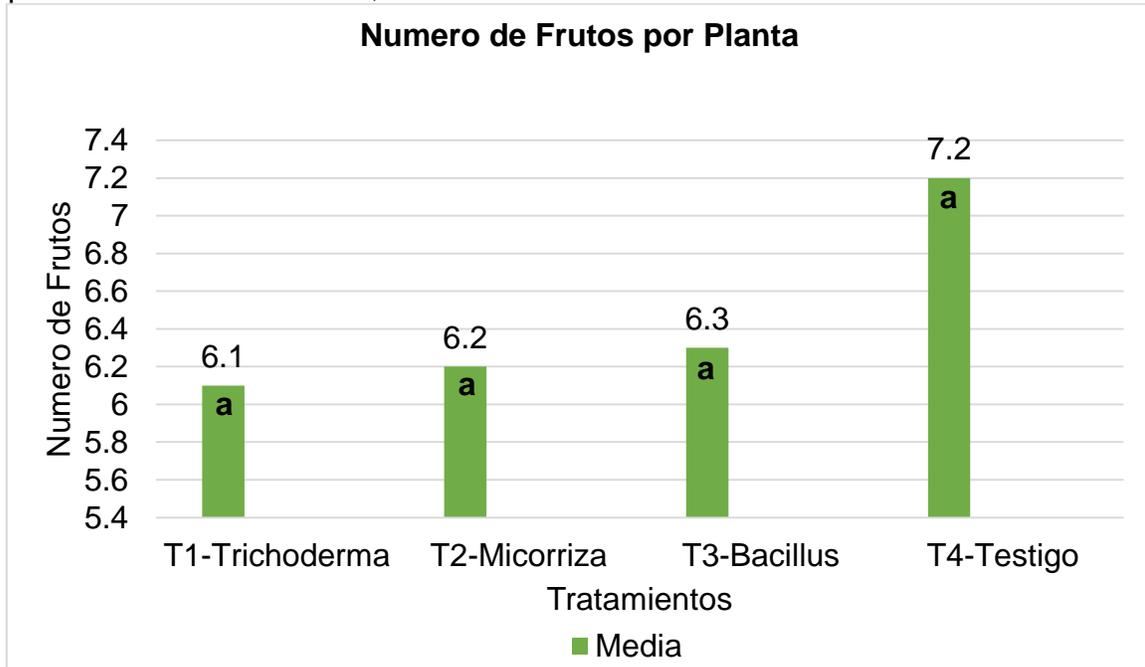
Número de frutos por planta (NFP)

Para la variable número de frutos por planta, en el análisis de varianza (Cuadro 6) no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo en la comparación de medias (Figura 7) se muestra las medias obtenidas en cada uno de los tratamientos evaluados para la variable de número de frutos, en primer lugar con el mejor número de frutos por planta lo registro el tratamiento 4 que representa al testigo con un valor de 7.2, después le sigue el tratamiento 3 *Bacillus* con un valor de 6.3, seguido del tratamiento 2 micorriza con un valor de 6.2 y por último se encuentra el tratamiento 1 *Trichoderma* con un valor de 6.1 frutos.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no fueron los esperados, debido a que los microorganismos utilizados no superaron en número de frutos por planta en comparación al testigo, uno de los problemas que se presentó y se vio reflejado en la disminución del número de frutos, fue por las altas temperaturas registradas en el invernadero, provocando que apareciera la pudrición apical del fruto, esta fisiopatía se presenta por la falta de inmovilización del calcio en las plantas, que junto con las altas temperaturas provocaron que muchos frutos se dañaran, el cual disminuyó el número de frutos por planta, afectando la producción. Este problema pudo deberse también a la fecha de siembra el cual se retrasó por varias semanas provocando que el ciclo del cultivo se desarrollara durante la época de temperaturas altas.

Los resultados obtenidos fueron diferentes a los de Aguirre y Espinosa (2016) que al evaluar la inoculación de Endomicorrizas y rizobacterias en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), los resultados mostraron un efecto positivo de la inoculación en el crecimiento de las plantas, con variaciones iniciales y finales. La inoculación individual de los microorganismos *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* y la inoculación de *Rhizophagus intraradices* + *Azospirillum brasilense* incrementaron el número de frutos. Resultados diferentes se obtuvieron con la inoculación de *Rhizophagus intraradices* + *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* que indujeron frutos más grandes. De igual manera, Alfonso y Galán (2006) al evaluar el uso de *Glomus clarum* + *Azospirillum brasilense* en el cultivo de tomate, se logró un mayor número de flores y frutos por planta, siendo también superior el porcentaje de fructificación, teniendo rendimientos mayores.

Figura 7. Comparación de medias de la variable número de frutos por planta en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Peso promedio de frutos (PPF)

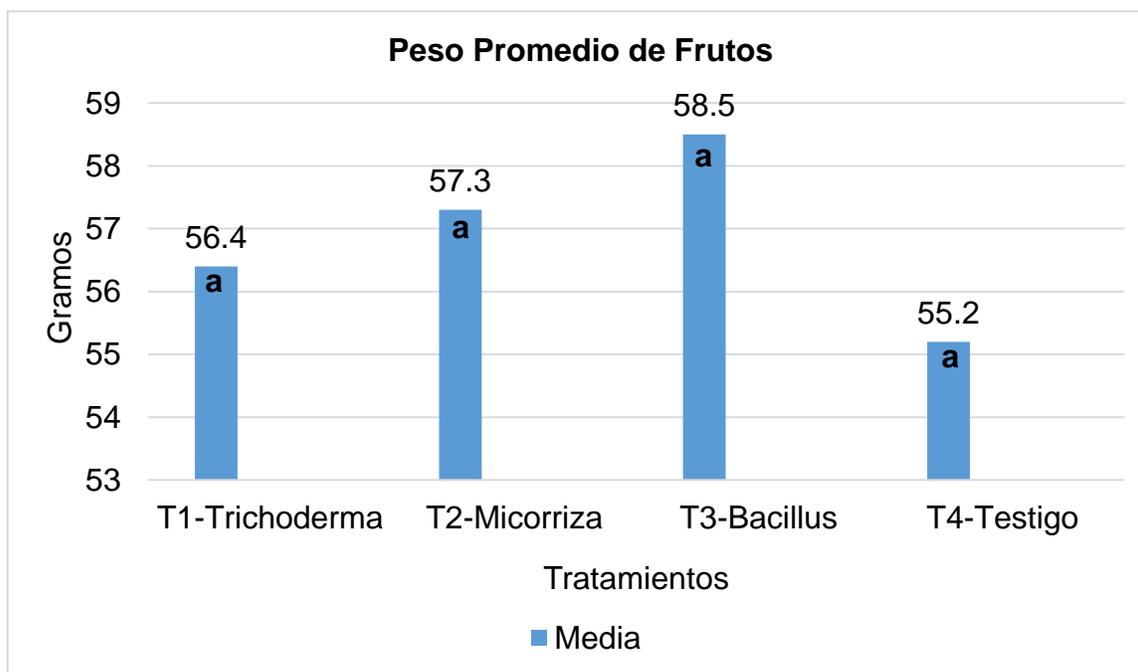
En el análisis de varianza (Cuadro 6), no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de peso promedio de frutos, en cuanto a la comparación de medias (Figura 8) se muestran diferencias numéricas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 *Bacillus* el que mejor respondió a esta variable con un valor de 58.5 g, seguido del tratamiento 2 micorriza con peso promedio de 57.3 g, después se encuentra el tratamiento 1 *Trichoderma* con un valor de 56.4 g, al final se encuentra el testigo con el valor más bajo de 55.2 g.

Los resultados obtenidos fueron los esperados, ya que los tratamientos donde se inocularon microorganismos fueron los que tuvieron el peso promedio de frutos más altos superando al testigo, aunque solo fueron diferencias mínimas en el peso de los frutos.

Estos valores se obtuvieron debido a que los tratamientos con microorganismos registraron un menor número de frutos por planta, pero a consecuencia de eso favorecieron a que se desarrollaran mejor, obteniendo frutos con mayor peso y tamaño.

Los resultados de la presente investigación tienen relación a los obtenidos por Díaz *et al.*, (2013) en un experimento en pimiento bajo condiciones de invernadero, encontró que la micorrización con *Rhizophagus intraradices* promovió el crecimiento al incrementar el peso de frutos en un 30% respecto a plantas no micorrizadas. En cuanto a las características de fruto, en el promedio de los tres cortes, la inoculación con *Rhizophagus intraradices* promovió el mayor tamaño y peso. La inoculación con micorriza aumentó en 8 mm la longitud, en 8.9 mm el ancho y en 40 g el peso del fruto, comparado con el testigo. El impacto que se tuvo en el tratamiento con micorrizas en la calidad de fruto, puede estar estrechamente relacionado con la mejor condición de nutrición de la planta originada por el mismo hongo.

Figura 8. Comparación de medias de la variable peso promedio de frutos en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



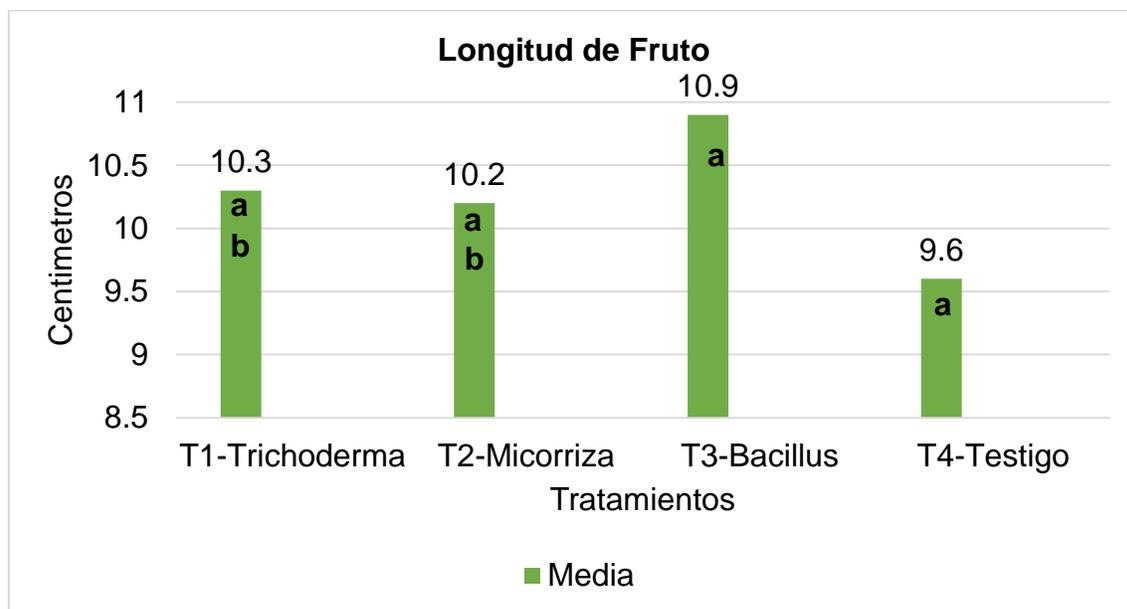
Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Longitud de fruto (LF)

En el análisis de varianza (Cuadro 6) se muestran diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, en el cual podemos observar en la comparación de medias (Figura 9), como se comportó la longitud del fruto, reportando la mayor longitud de fruto el tratamiento 3 *Bacillus* con una media de 10.9 cm, seguido del tratamiento 1 *Trichoderma* con una longitud de 10.3 cm, después continua el tratamiento 2 micorriza con un valor de 10.2 cm y al final se encuentra el testigo con una longitud de 9.6 cm. Los resultados obtenidos fueron los esperados ya que todos los microorganismos utilizados superaron al testigo.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Gonzales *et al.*, (2010) en el cultivo de chile mirasol establecido en campo, evaluó el uso de biofertilizantes comercial a base de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azospirillum brasilense*) y hongos micorrízicos (*Glomus intraradices*) el cual observaron visualmente diferencias notorias entre el tratamiento con biofertilizantes y el testigo, con biofertilizantes las plantas tuvieron mayor crecimiento, un mejor número y tamaño de frutos en comparación con el testigo. Por su parte Reyes *et al.*, (2014), en una prueba de efectividad con inoculantes microbianos en el cultivo de chile habanero, obtuvieron que las plantas tratadas con *Pseudomonas* spp., presentaron significativamente mayor altura, diámetro de tallo, los frutos tuvieron una mayor longitud y diámetro, obteniendo un mayor rendimiento.

Figura 9. Comparación de medias de la variable longitud de fruto en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Diámetro de fruto (DF)

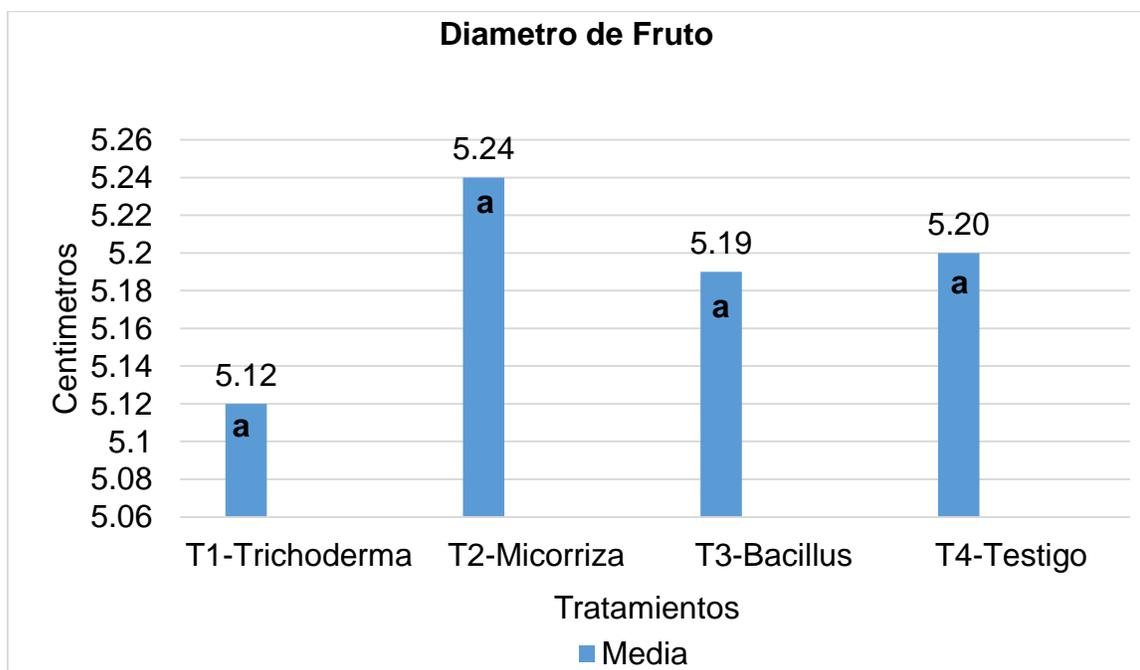
El análisis de varianza (Cuadro 6), para la variable diámetro de fruto, no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo en la comparación de medias (Figura 10) se muestra las diferencias numéricas entre los tratamientos, el tratamiento que mejor respondió a esta variable fue el de micorriza con un valor de 5.24 cm, después le sigue el tratamiento 4 testigo con un valor de 5.2 cm, en tercer lugar aparece el tratamiento 3 *Bacillus* con una valor de 5.19, por último se encuentra el tratamiento 1 *Trichoderma* con un valor de 5.12 cm.

Los resultados que se obtuvieron demuestran que no todos los microorganismos utilizados ayudaron a que la planta produjera frutos de mayor diámetro, solo fue el caso del tratamiento 2 que supero al testigo.

De acuerdo con los resultados obtenidos para esta variable coinciden con los reportados por Rizzardi (2018), al evaluar el efecto de la inoculación con hongos micorrízicos (*Glomus intraradices*) y bacterias BPCV (*Pseudomonas fluorescens*) en el cultivo de tomate, para el parámetro de diámetro de fruto no se observaron diferencias significativas; coincidiendo con Solís (2010) que al probar plantas sin tratar y plantas inoculadas con hongos micorrízicos a distintas concentraciones, los frutos no presentaron diferencias en sus diámetros, el tamaño correspondió a la categoría de mediano.

Por su parte Tituaña (2013), al evaluar el uso del hongo *Trichoderma asperellum* en el cultivo de pimiento, los resultados reportaron que en la variable longitud de fruto y diámetro de fruto no se encontraron diferencias entre los tratamientos evaluados.

Figura 10. Comparación de medias de la variable diámetro de fruto en el cultivo de chile poblano tratadas con microorganismos benéficos en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



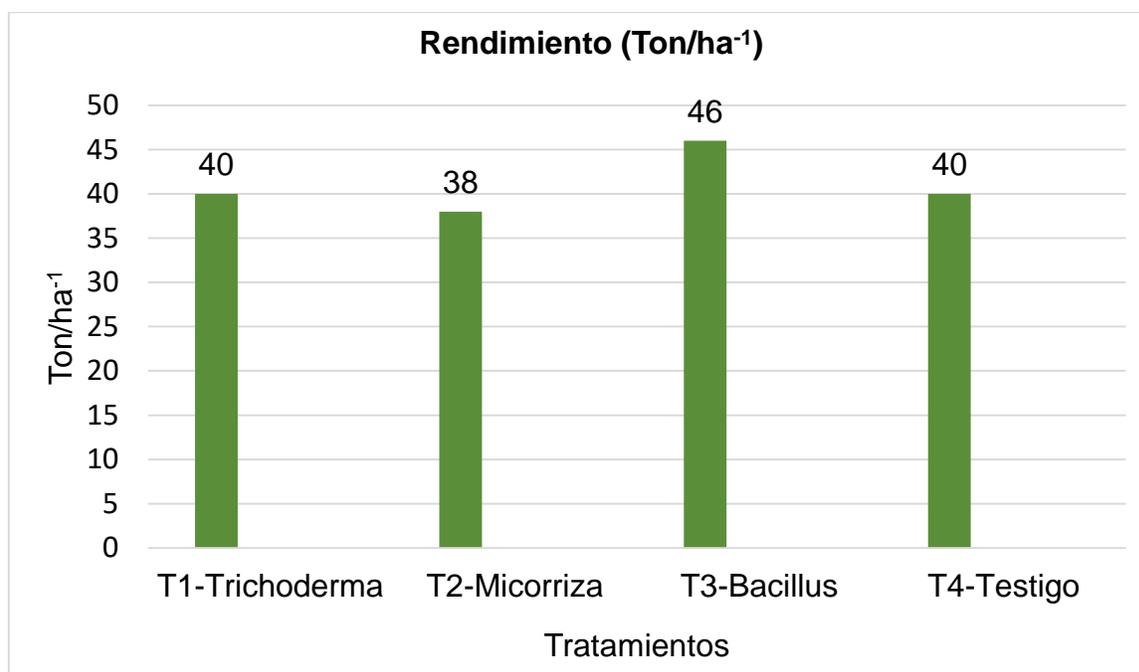
Prueba de comparación de medias por Tukey al ($p \leq 0.05$).

Rendimiento (REND)

En el análisis de varianza (Cuadro 6), no presenta diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de rendimiento, sin embargo, al obtener el rendimiento total en toneladas por hectárea (Figura 11), nos indica que el tratamiento 3 Bacillus, fue el que presentó el mayor rendimiento con 46 ton/ha.

El rendimiento se vio afectado por la presencia de la pudrición apical del fruto, el cual disminuyó el número de frutos que se cosecharon por planta en cada uno de los tratamientos, teniendo así un rendimiento más bajo.

Figura 11. Rendimiento en toneladas por hectárea del cultivo de chile poblano tratados con microorganismos benéficos, en el campo experimental INIFAP Saltillo, 2019.



Los resultados obtenidos para la variable de rendimiento, tienen relación a los reportados por Guillen *et al.*, (2006) al evaluar el efecto de *Bacillus* sp. En el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.), en el rendimiento total del cultivo, los tratamientos con los aislamientos de *Bacillus* superaron al testigo cuatro

veces en el rendimiento total y casi dos veces al tratamiento tradicional. Los resultados obtenidos permitieron inferir que los tratamientos con *Bacillus* empleados en el cultivo de chile, promueven la altura de planta y prácticamente todos los aislados bacterianos tienen un efecto positivo al incrementar los rendimientos en el cultivo en comparación al tratamiento tradicional.

Cabrera *et al.*, (2020) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) al inocular hongos micorrízicos arbusculares *Rhizofagus intraradices* y *Glomus cubense* se obtuvieron efectos en el rendimiento del Pimiento bajo condiciones protegidas, *Rhizofagus intraradices* reporto un rendimiento de 73,75 (ton/ha) y *Glomus cubense* 90 (t/ha) , en comparación con el testigo que registro 43,75 (ton/ha) En cuanto a los rendimientos los tratamientos donde se inocularon los hongos resultaron ser los de mejor comportamiento, lo que demuestro que para las condiciones en que se desarrolló el experimento, los mejores resultados se obtuvieron con la inoculación de HMA con respecto al testigo.

Los hongos micorrízicos han demostrado ser eficientes en los sistemas de explotación agrícola, pues en estudios realizados se evidencian resultados satisfactorios en distintos cultivos de interés económico y tipos de suelos donde se han aplicado. Estos contribuyen a un mejor aprovechamiento de los nutrientes en el suelo por las plantas, además ofrecen cierta protección contra patógenos, aumentan la tolerancia al déficit hídrico y un incremento en el rendimiento de los cultivos entre el 30 y 45% (Rivera *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos con el uso de microorganismos benéficos en el cultivo de chile poblano variedad Ancho Poblano (AP-VR), se concluye que:

No se detectó diferencias estadísticas significativas con el uso de microorganismos en comparación con el testigo.

Que el microorganismo con mayor influencia en el desarrollo vegetativo de chile ancho poblano AP-VR, fue la micorriza (Marca INIFAP) con influencia directa en las variables de clorofila, diámetro de tallo, altura de planta y diámetro de fruto.

Que el microorganismo con mejor respuesta en cuanto a rendimiento y calidad de chile ancho poblano AP-VR, fue *Bacillus spp* con influencia directa en la longitud y peso de frutos cosechados, seguido de micorriza (Marca INIFAP), teniendo un incremento en el rendimiento en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Tal vez la baja influencia se vio afectada por la formulación en forma de consorcio de especies tanto en *Trichoderma* como *Bacillus* y las condiciones extremas, durante el desarrollo y producción de cultivo bajo condiciones de invernadero.

El uso de microorganismos benéficos es una alternativa que permite mejorar las variables agronómicas y de rendimiento en los cultivos, para obtener resultados favorables es necesario proporcionar el ambiente adecuado a los microorganismos.

LITERATURA CITADA

- Abdel, F. G.M., y Mohamedin, A. H. (2000). Interacciones entre un hongo micorrícico vesicular-arbuscular (*Glomus intraradices*) y *Streptomyces coelicolor* y sus efectos sobre plantas de sorgo cultivadas en suelo modificado con quitina de escamas brawn. *Biology and fertility of soils*, 32(5), 401-409.
- Aguado, G. A., Moreno, G.B., Jiménez, F.B., García, M. E., Preciado, O. R.E. 2012. Impacto de los sideróforos microbianos y fitosidéforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 9-21.
- Aguilar, R. V. H. 2012. Cultivo del chile en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(4), 264-264.
- Aguilera, G.L., Olalde, P.V., Arriaga, M.R. y Contreras, A. R. 2007. Micorrizas arbusculares. *Ciencia Ergo Sum*. 14(3): 300-306.
- Aguilar, R. V. H., T. Corona, T. T., López, L. P., Latournerie, M. L., Ramírez, M. M., Villalón, M. H., y Aguilar, C. J. A. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.
- Aguirre, E., y Muñoz, V. 2015. El chile como alimento. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, 66(3).
- Aguirre-Mancilla CL., Iturriaga de la Fuente G., Ramírez-Pimentel, J.G., Covarrubias-Prieto J., Chablé-Moreno F., Raya Pérez J.C. (2017). El Chile (*C. annum L.*), Cultivo y Producción de Semilla Chili Cultivation and Seed Production. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México* Vol. 5 Núm. 1: 19-27 (2017).
- Aguirre-Medina, J. F., y Espinosa Moreno, J. A. (2016). Crecimiento y rendimiento de *Capsicum annum L.* inoculado con endomicorriza y rizobacterias. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(7), 1539-1550.
- Alonso-Contreras, R., Aguilera-Gómez, L. I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Olalde-Portugal, V., y Rivas-Manzano, I. V. (2013). Influencia de hongos micorrícicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annum L.* *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(1), 77-88.

- Alfonso, E. T., y Galán, A. L. (2006). Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. *Agronomía Costarricense*. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6832/6519>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020.
- Álvarez, F., y Pino, M. T. 2015. Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. *Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes*. 41 p.
- Ascencio, C. D. O. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en campo abierto y en macrotunel. Disponible en: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3481/IAF1EVA01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2020.
- Ariza, Y., y Sánchez, L. 2012. Determinación de metabolitos secundarios a partir de *Bacillus subtilis* con efecto biocontrolador sobre *Fusarium* sp. *Nova*, 10(18), 149-155.
- Barka, E. A., Gognies, S., Nowak, J., Audran, J. C., y Belarbi, A. 2002. Efecto inhibitorio de las bacterias endófitas sobre *Botrytis cinerea* y su influencia para promover el crecimiento de la vid. *Biological Control*, 24(2), 135-142.
- Barrantes, J. L. F. 2010. Manual de recomendaciones en el cultivo de chile, pimentón o ají (*Capsicum* sp.) (No. F01/10011). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José (Costa Rica).
- Berdugo, S. E. B. 2009. El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 123-132.
- Cabrera, B. T., Limonta, G. M., y Delgado, A. B. 2020. Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (hma), en el rendimiento del Pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones protegidas. *AGRISOST*. Vol. 26, No.1.
- Carrillo, A. M., Hernández, M. R., Díaz, F. A., y Alejandro, A. F. 2018. Producción de pimiento, chile habanero y pepino en casa malla. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/j>. Fecha de consulta: 25 de julio de 2020.
- Cesario, J. C., & Ángel, M. G. M. 2003. Guía para la producción de chile ancho con fertirriego y acolchado plástico en el altiplano de San Luis Potosí. Folleto para productores, No. 37, 10p.
- Cristóbal, A. J., Herrera-Parra, E., Reyes Oregel, V., Ruiz Sánchez, E., Tun Suárez, J. M., & Celis Rodríguez, T. 2010. *Glomus* intraradices para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood en condiciones protegidas. *Fitosanidad*, 14(1), 25-29.
- Cuervo, L. J. P. 2010. Aislamiento y Caracterización de *Bacillus* spp como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizantes comerciales. Disponible en :

<https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis404.pdf>. Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020.

- Díaz Franco, A., Alvarado Carrillo, M., Ortiz Chairez, F., y Grageda Cabrera, O. (2013). Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(2), 315-321.
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Ahmed, A. S., Requena, M. E., y Castillo, M. E. C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). In *Anales de biología*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. (No. 26, pp. 35-45).
- FAO/STAT. 2020. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fernández-Herrera, E., Acosta-Ramos, M., Ponce-González, F., y Manuel-Pinto, V. (2007). Manejo biológico de *Phytophthora capsici* Leo., *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. y *Rhizoctonia solani* Kühn en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista mexicana de fitopatología*, 25(1), 35-42.
- Flores, J. L. E. 2012. Propagación de *Glomus* intraradices en medio de células vegetales en suspensión (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). 18 p.
- Gallegos, M. G.; Cepeda, S. M.; Olayo, P. R. P. 2003. Entomopatógenos. Trillas. México. 148 p.
- García, S. J. A., & Nava, P. R. J. 2009. El chile jalapeño: su cultivo de temporal en Quintana Roo. Folleto Técnico, (2).
- García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 1 Edición UNAM, México. D.F. 246p
- García, S. D. 2017. Micorrizas, los Biofertilizantes del Futuro que Vienen del Pasado. Serie Nutrición Vegetal Núm. 90. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- González, C. A. L., Navarro, D. O. L., Herrera, A. L., Flores, M. L., Lozano, Á. G. B., Mejía, J. J. A., y Llamas, L. (2010). Evaluación de biofertilizantes en cultivos de chile (*Capsicum annuum* L.) en el estado de Zacatecas. Comité organizador. 204.
- González Mancilla, A., Almaraz Suárez, J. J., Ferrera Cerrato, R., Rodríguez Guzmán, M. D. P., Taboada Gaytán, O. R., Trinidad Santos, A., y Arteaga Garibay, R. I. (2017). Caracterización y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(3), 463-474.
- Google Earth. 2020. Imágenes satelitales. Europa Technologies Digital Globe. Programa desarrollado por Software Google.

- Guillén, C. R., Hernández, C. F. D., gallegos, M. G., Rodríguez, H. R., Aguilar-González, C. N., Padrón-Corral, E., & Reyes-Valdés, M. H. (2006). *Bacillus* spp. como biocontrol en un suelo infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24(2), 105-114.
- Harman, G. E., y Lumsden, R. D. 1990. Control biológico de enfermedades. La rizósfera., 259-280.
- Hernández, P. A., Valdés, A. L.A., Cárdenas, F. A., Ibarra, J. L., Méndez, A.B., Vera, R. I., Lira, S. R.H. 2017. Fotosíntesis, crecimiento y rendimiento de *Solanum Lycopersicum* influenciado por el uso de biofertilizantes microbianos. *Agrochimica* 61 (2): 95-109.
- Huerta, P. A., Fernández, R. S., y Ocampo, F. I. 2007. Manual de Chile poblano, importancia económica y sociocultural. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Fundación Produce Puebla AC Altres costa-Amic. Primera edición. México.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2003. Tecnología de producción para el cultivo de chile ancho en el Altiplano de San Luis Potosí. Disponible en: <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=6>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2020.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2008. AM-VR Nueva Variedad de Chile Ancho Mulato para el Altiplano de México. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/782.pdf>. Fecha de consulta: 10 de junio de 2021.
- INTAGRI. 2013. Aspectos clave para la producción exitosa de pimiento en invernadero. Serie Horticultura Protegida. Núm. 3. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2 p.
- INTAGRI. 2020. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- INTAGRI. 2020. Tipos de Chiles Verdes. Serie Hortalizas, Núm. 19. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

- Janick, J. U. L. E. S. 1965. Horticultura científica e industrial. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Kloepper, J. W., Ryu, C. M., y Zhang, S. 2004. Resistencia sistémica inducida y promoción del crecimiento de las plantas por *Bacillus* spp. *Phytopathology*, 94(11), 1259-1266.
- Lira, S. R. H. 2017. Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Serie Agricultura Orgánica Núm. 14. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 9 p.
- López, C. G., & González, P. A. G. (2004). Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagónica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1), 117-124.
- Loredo, O. C.; Beltrán, L. S. y Peña del Río, M. A. 2007. Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Campo Experimental San Luis, INIFAP. Folleto científico Núm. 2. 60 p.
- Martínez, B., Infante, D., y Reyes, Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 1-11.
- Martínez, G. M. A 2002. El cultivo del chile guajillo con fertirrigación en el Altiplano Potosino de San Luis Potosí, S.L.P., México. Folleto Técnico 12p.
- Martínez, M. M., Cerrato, R. F., y Chávez, M. G. (1999). Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra latinoamericana*, 17(1), 9-15.
- Mohammadi, K., y Sohrabi, Y. 2012. Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: a review. *ARPN J Agric Biol Sci*, 7(5), 307-316.
- Montalvo, G. E., González, E. N. G., García, G. H. S., Tovar, G. B., y Mata-Montes de Oca, M. 2009. Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del chile poblano en poscosecha. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15(2), 189-197.
- Muchovej, R.M. 2001. Importancia de las micorrizas para los cultivos agrícolas. Departamento de Agronomía, Servicio cooperativo de extensión de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de Florida. SS-AGR-170. 5 p.
- Pazos, R. L. A., Marín, C. V., García, Y. E. M., Báez, A., Villalobos, L. M. A., Pérez, S. M., & Muñoz, R. J. 2016. Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(7), 72-85.
- Ramiro, C. A. 2003. El cultivo de chile serrano en la zona media de San Luis Potosí. Folleto para Productores No. 37, 7 p.

- Ramos, E.Y.A., R.I.Z. Navarro, L.E.O. Zumaqué, y J.L.B. Violeth. 2008. Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología* X (2):23-34.
- Reyes Tena, A., Quiñones Aguilar, E. E., Rincón Enríquez, G., y López Pérez, L. (2016). Micorrización en *Capsicum annuum* L. para promoción de crecimiento y bioprotección contra *Phytophthora capsici* L. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(4), 857-870.
- Reyes-Ramírez, A., López-Arcos, M., Ruiz-Sánchez, E., Latournerie-Moreno, L., Pérez-Gutiérrez, A., Lozano-Contreras, M. G., y Zavala-León, M. J. (2014). Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*, 48(3), 285-294.
- Rivera, R., Fernández, F., Fernández, K., Ruiz, L., Sánchez, C., y Riera, M. (2007). Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis in tropical ecosystems. *Mycorrhizae in crop production*, 151-196.
- Rivulis, E. 2018. Criterios para Seleccionar la Cinta de Riego por Goteo para el Cultivo de Chiles. Serie Agua y Riego, Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- Rizzardi, M. V. (2018). Efectos de la inoculación con hongos micorrízicos (*Glomus intraradices*) y bacterias BPCV (*Pseudomonas fluorescens*) sobre el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en vivero y en cultivo bajo invernadero. 62 P.
- Rodríguez, J., Olvera, B. V. P., Muñoz, A. G., Corona, B. M., Manzo, F., y Liendo, L. S. 2007. Rescate in situ del chile poblano en Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 25-32.
- Rojas, L. P. C., Pérez, G. M., Colinas-León, M. T. B., Sahagún-Castellanos, J., y Avitia-García, E. 2008. Modelos matemáticos para estimar el crecimiento del fruto de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(3), 289-294.
- Sanjuán, P. J., y Moreno, S. N. 2010. Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Revista Colombiana de biotecnología*, 12(1), 4-7.
- Santander, C., y Jorge, O. 2014. Efecto de la interacción del hongo micorrízico arbuscular (AMF) *Glomus intraradices* y *Trichoderma liarzianii* sobre la producción de plantines de melón en zonas áridas. *Idesia (Arica)*, 32(2), 21-28.
- SIAP. 2010. Un panorama del cultivo de chile. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2020.

- SIAP. 2018. El heraldo de Chihuahua. Produce Chihuahua el 45% de Chile Nacional. Disponible en: <https://www.pressreader.com/mexico/el-heraldo-de-chihuahua/20190804/282900912207876>. Fecha de consulta: 17 de febrero de 2020.
- SIAP. 2019. Márgenes de comercialización. Chiles Poblanos. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/529741/Chile_Poblano_dic_2019.pdf. Fecha de consulta: 17 de febrero de 2020.
- SIAP. 2020. Producción anual agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Solís, G. S. R., 2010. Efecto de los hongos micorrisógenos arbusculares (*Glomus fasciculatum*) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate de mesa (*Solanum Lycopersicum*) variedades Alambra y Fortuna en la zona Urcuquí provincia de Imbabura. Tesis de grado para optar Título de Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica, Ecuador. 55 pp.
- Tejera, H. B., Rojas, B. M. M., y Heydrich, P. M. 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 42:131-138.
- Tituaña, T. F. J. (2013). Uso del hongo *Trichoderma asperellum* en plántulas de pimiento (*Capsicum annum*) y su efecto sobre la supervivencia y productividad en campo. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2485>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020.
- Torres, D. E., Ortiz, G. C. F., Bautista, M. C., Ramírez, P. A. J. A., Ávalos, C. O. N., Cappello, G. S., y De la Cruz, P. A. 2015. Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(4), 947-961.
- Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M., Al-Tawaha, A.M. 2006. Significance of mycorrhizae. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), 16-20.
- Ulloa, C. 2006. Aromas y sabores andinos. *Botánica económica de los Andes Centrales*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 313-328.
- Valadez, L.A. 2001. Producción de hortalizas. Solanáceas. 9a Edición. Limusa. México. 186 p.
- Velasco, J., Aguirre, G., y Ortuño, N. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 71-83.
- Vera, S. K. S., Cadena, I. J., Latournerie, M. L., Santiaguillo, H. J. F., Rodríguez, C. A., Basurto, P. F. A., y Ríos, S. E. 2016. Conservación y utilización sostenible de las hortalizas nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México.

Villegas. 2005. Trichoderma. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Disponible en: https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma_pers._Caracter%C3%ADsticas_generales_y_su_potencial_biol%C3%B3gico_en_la_agricultura_sostenible.
Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020.

Yau J. A., Diáñez F., Marín F., Carretero F. y Santos M. (2013). Screening and evaluation of potential biocontrol fungi and bacteria foliar endophytes against *Phytophthora capsici* and *Phytophthora parasitica* on pepper. *J. Food Agric. Environ.* 11 (2), 490-495.