

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Respuesta de Plantas de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) a la Aplicación de  
Mezclas de Agentes Microbianos como Promotores de Crecimiento

Por:

**MARÍA JUVENCIA MORALES CONTRERAS**

TESIS

Presentando como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA  
Respuesta de Plantas de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L) a la Aplicación de  
Mezclas de Agentes Microbianos como Promotores de Crecimiento

Por:

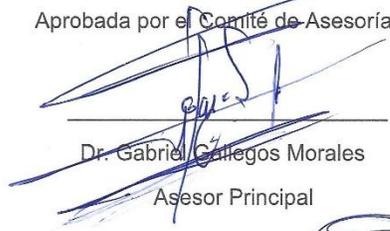
**MARIA JUVENCIA MORALES CONTRERAS**

TESIS

Presentando como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Gabriel Callegos Morales  
Asesor Principal

  
M.C. Cesar A. Espinoza Ahumada  
Coasesor

  
M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos  
Coasesor

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

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2019

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS**

Por darme la oportunidad de vivir, estar conmigo en cada paso que doy, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente poner en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio y dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser una institución que me abrió sus puertas para ofrecerme las condiciones académicas y asistenciales para culminar mis estudios a nivel licenciatura y culminar en la gran dicha de ser llamado Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

Al Dr. Gabriel Gallegos Morales, por ser mi asesor y aceptarme para la realización de este trabajo y por la revisión del mismo, muchas gracias por todo.

Al M.C. César Alejandro Espinoza Ahumada por permitirme realizar esta investigación con él, Gracias por compartir parte de sus conocimientos conmigo profesionalista, Gracias por brindarme su apoyo y su tiempo.

Al M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos, por brindarme su confianza, paciencia y apoyo en la realización de este trabajo muchas gracias por todo.

Ing. Omar Jiménez Pérez por la revisión del trabajo y por las aportaciones del mismo muchas gracias.

Ing. Ricardo Vaquera Chávez por su confianza, apoyo y así mismo por ayudarme a mi formación académica gracias.

Al Dr. Sergio Zeferino Garza Vara por haberme apoyado cuando más lo necesité, en la cual fué que me ayudo a entrar a esta institución y brindarme una oportunidad de poder concluir mi licenciatura como Ingeniero agrónomo, gracias por estar ahí siempre sé que no fue fácil pero tampoco imposible, así también gracias por todo.

A la Ing. Rocío Vallarta España por la convivencia que pasamos, los momentos difíciles que me apoyaste y por las experiencias gracias por todo.

## **DEDICATORIA**

### **A MI PADRE**

#### **Antonio Morales Linares**

A Mi Padre, por ser el amigo y compañero que me ha ayudado a crecer, ya que, con su conocimiento en trabajar, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme por todas las experiencias que me brindaste y para formarme como una persona de bien, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias papá por estar al pendiente durante toda esta etapa. Te amo papá, gracias por todo.

### **A MI MADRE**

#### **Edigna Contreras Hernández**

A Mi madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntas por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias mamá por estar al pendiente durante toda esta etapa. Te amo mamá, gracias por todo.

### **A MIS ABUELOS**

#### **Catarino Jaime Morales Morales y Severa Linares**

Le agradezco tantos momentos que pasé junto a ustedes, sé que ya no están aquí, pero desde el cielo siempre me estuvieron cuidando, gracias por esos consejos porque gracias a ustedes tengo a un padre magnifico, gracias por consentirme como solo ustedes como abuelos pudieron hacerlo y ayudarme en momentos difíciles los amo.

## **Ángel Contreras Castillo y Fernanda Hernández Aguilar**

Les agradezco tantos momentos que pase junto a ustedes, sé que ya no están aquí, pero desde el cielo siempre me estuvieron cuidando, gracias a ustedes tengo a una madre magnífica gracias por consentirme como solo ustedes como abuelos pudieron hacerlo y ayudarme en momentos difíciles los amo.

### **A MI HERMANO**

#### **Miguel Ángel Morales Contreras**

Le doy gracias a Dios por conocer a un hermanito tan especial que es y seguirá siendo parte de mi vida, por ti fue que estoy concluyendo mi carrera profesional, espero y algún día tengas una profesión y seas mejor que yo, siempre estaré contigo te amo hermanito.

### **A MI HERMANA**

#### **Adriana Morales Contreras**

Gracias hermana por estar siempre sé que aun estas creciendo eres la más pequeña, pero muchas gracias porque llegaste a nuestras vidas a darnos alegría y pronto también seas una profesionista de bien te amo hermana.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi **FAMILIA**, que sin duda en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis errores y celebrando mis triunfos.

#### **Dra. Alma Leticia Salas Gómez**

Por brindarme su amistad y compartir momentos muy especiales en el GYM de box de la UAAAN y durante el transcurso de mi estancia en Saltillo, Coahuila.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCION.....	1
Objetivo .....	4
Justificación.....	4
Hipótesis .....	4
REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
Generalidades del Cultivo.....	5
Origen e Historia.....	5
Clasificación Taxonómica .....	5
Requerimientos Climáticos .....	6
Temperatura.....	6
Humedad relativa. ....	6
Luminosidad.....	6
Suelo. ....	7
Principales plagas cultivo de chile y su manejo .....	7
Mosquita blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia argentifolii</i> ). .....	7
Minador de la hoja ( <i>Liriomyza</i> spp).. .....	9
Picudo del chile ( <i>Anthonomus eugenii</i> ). .....	10
Principales enfermedades del cultivo de chile.....	11
Tizón temprano ( <i>Alternaría solani</i> ). .....	14
Mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> ). .....	16
Secadera del chile ( <i>Phytophthora capsici</i> ).....	17
Agentes microbianos promotores de crecimiento y desarrollo de las plantas.....	18
<i>Trichoderma</i> spp.....	19
<i>Bacillus</i> spp. ....	20
<i>Streptomyces</i> spp.....	21
<i>Penicillium</i> spp.....	23

MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
Ubicación del Experimento .....	25
Manejo agronómico del experimento. ....	27
Análisis estadístico.....	27
RESULTADO y DISCUSION.....	28
Altura de la planta .....	28
Numero de hojas .....	29
Diámetro de tallo .....	30
CONCLUSION .....	32
BIBLIOGRAFIA.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. El invernadero del campo experimental UAAAN donde se llevó acabo el experimento.....	25
2. Aplicaciones de combinaciones de los microorganismos a utilizar al cultivo de chile.....	26
3. Resultados en datos agronómicos de altura, hoja y diámetro en cultivo de chile serrano.....	28
4. Altura de las plantas de chile por la mezcla de los microorganismos utilizados <i>Trichoderma (Ta)</i> , <i>Streptomyces (A15)</i> , <i>Bacillus (BIF)</i> , <i>Penicillium (HBCO)</i> , asimiladores de fosfatos ( <i>HP2 raíz</i> ) .....	29
5. Numero de hojas de chile serrano por efectos de las siguientes mezclas <i>Trichoderma (Ta)</i> , <i>Streptomyces (A15)</i> , <i>Bacillus (BIF)</i> , <i>Penicillium (HBCO)</i> , asimiladores de fosfatos ( <i>HP2 raíz</i> ) .....	30
6. Diámetro de las plantas de chile serrano por efecto de las siguientes mezclas <i>Trichoderma (Ta)</i> , <i>Streptomyces (A15)</i> , <i>Bacillus (BIF)</i> , <i>Penicillium (HBCO)</i> , asimiladores de fosfatos ( <i>HP2 raíz</i> ) .....	31

## RESUMEN

El cultivo del chile es de gran importancia para México, ya que es un ingrediente esencial para la gastronomía mexicana. En la actualidad se demandan alimentos inocuos, para lo cual se pueden usar microorganismos benéficos que fomenten el desarrollo del cultivo del chile. Por lo anterior, se planteó como objetivo conocer las respuestas de las plantas chile serrano (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de agentes microbianos como promotores de crecimiento. La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el establecimiento del experimento fue en condiciones de invernadero, sembrando plantas de chile serrano tampiqueña 74 en bolsas plásticas que contenían sustrato peat moss, perlita y materia orgánica. Se establecieron tratamientos con los microorganismos *Trichoderma asperellum* (Ta), *Streptomyces griseus* (A15), *Bacillus subtilis* (Bif), *Penicillium* sp. (HBCO), asimiladores de Fosfatos (HP2 Raíz), los cuales se aplicaron de manera separada y combinaciones entre ellos. Se evaluó la altura, número de hojas y diámetro de tallo de plantas del chile, posteriormente, los datos de cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza y una comparación de medias según Tukey con un nivel de significancia del 95 %, lo anterior bajo un diseño completamente al azar. Se encontró que el tratamiento Ta+A15+Bif+HBCO+HP2 Raíz presentó un mayor tamaño de planta con incrementos superiores al testigo hasta de un 13 %, por su parte, en la variable número de hojas no existió diferencias entre tratamientos ubicándose en un mismo grupo estadístico, sin embargo, en el diámetro de tallo el tratamiento Bif+ HP2 Raíz incrementó el 21 %. Con lo anterior, se tiene la evidencia que la aplicación de diferentes microorganismos aplicados en combinación fomenta el desarrollo de las plantas, lo que puede impactar en el aumento del rendimiento del cultivo de chile serrano.

### **Palabras claves:**

*Trichoderma*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Penicillium*, asimiladores de fosfato, Chile.

## INTRODUCCION

El chile (*Capsicum annum* L.) es originario de México y centro América, con una gran diversidad de especies. Su nombre científico *Capsicum* proviene del griego *kapsakes* o capsula y el nombre común proviene del náhuatl *chili*. El género *Capsicum* es perteneciente a la familia *Solanaceae*, tiene gran importancia económica nacional y mundial. Se comercializa para su consumo fresco, seco y en productos procesados. Son plantas arbustivas pequeñas con flores blancas y autógamas (Hermosillo *et al.*,2008).

El desarrollo del cultivo, así como su producción es seriamente afectado por diferentes enfermedades (hongos, bacterias, viroides, fitoplasmas y virus) y plagas (insectos, ácaros y nematodos), que limitan el ciclo vegetativo en diferentes zonas productoras de este cultivo. Las plagas afectan todo el ciclo vegetativo del cultivo, los insectos más representativos son el picudo del chile (*Anthonomus eugenii cano*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y minador de la hoja (*Liriomyza* spp), estas pueden ocasionar fuertes pérdidas a los productores. Para poder evitar que las plagas pongan en riesgo a la producción, se debe realizar monitoreos constantemente para que el patógeno o insecto no rebase el umbral económico. En épocas húmedas del año, se producen diversas enfermedades en los cultivos, la mayoría de las cuales son producidas por hongos (*Rhizoctonia* spp, *Pythium* spp, *Fusarium* spp, *Phytophthora capsici*, *Alternaria solani*, etc.), los cuales son uno de los principales problemas y causan grandes pérdidas económicas a los agricultores, debido a que provocan alteraciones morfológicas y fisiológicas en el desarrollo normal del cultivo (Bautista,2006).

La agricultura es una de las bases económicas de México, por lo que la necesidad de incrementar los rendimientos de los cultivos es primordial. Esto se ha logrado con el uso de insumos de manera intensiva, especialmente los fertilizantes químicos, mismos que causan daño al suelo y medio ambiente. Es por eso que se necesitan alternativas como la fertilización orgánica, que es más eficiente en el medio ambiente y la salud de las personas. La utilización de los microorganismos

promueve las actividades que se desencadenan en la rizosfera, en la fijación de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores de crecimiento vegetal y biocontroladores de fitopatógenos. Como una alternativa al uso excesivo de fertilizantes sintéticos, los agricultores adoptan el uso de los microorganismos promotores de crecimiento en plantas, para potenciar el crecimiento de raíces, fortalecer mecanismos naturales de reacción de enfermedades e insectos y aumentar la producción (Sánchez, 2007).

La acción de *Trichoderma* como micoparásito se demostró por Weindling en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico para el uso de cultivos de hortalizas y ornamentales. Para la agricultura, en el caso del género *Trichoderma* cuyas especies son utilizadas para el control biológico, como estrategia ecológica de protección para los cultivos ante la presencia de patógenos causantes de enfermedades en las plantas. Se han realizado diversos estudios de antagonismo que permiten comprobar los efectos benéficos de *Trichoderma* como agente de biocontrol (Benítez, 2004).

El género *Bacillus* participa como secretor de proteínas y metabolitos eficientes para el control de plagas y enfermedades, promueve el crecimiento vegetal a través de la solubilización de fósforo y la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indolacético; así mismo participa en la fijación de nitrógeno cuando hace parte de consorcios microbianos (Calvo *et al.*, 2010). Por otra parte, se evaluó el efecto de 15 bacterias aisladas de rizosfera de Chile y seleccionaron dos cepas de *Bacillus* y una de *Streptomyces* para evaluar en maceta su efecto promotor de crecimiento vegetal, en este mismo cultivo, observando incremento en el número total de frutos, peso de fruto y en campo se evaluó la combinación de ambas bacterias obteniendo los mejores resultados en peso de fruto (Sánchez, 2007)

A nivel agrícola el Género *Penicillium* spp se ha encontrado vinculado a la rizosfera de múltiples cultivos y a partir de aislamientos, se ha descrito su potencial como solubilizador de fosfatos y ha sido evaluado en diversos cultivos como biofertilizante. Entre estos microorganismos destacan los hongos solubilizadores de fósforo (HSF), los cuales juegan un rol fundamental en el ciclaje de fósforo en los suelos, ya que

tienen la habilidad de transformar el fosfato orgánico e inorgánico al romper los enlaces que forma el fósforo con los iones metálicos de hierro, calcio y aluminio y así transformarlo en soluble. Gracias a la actividad de estos hongos, las plantas pueden aprovechar grandes reservas de fósforo insoluble que se encuentran fijadas a los minerales del suelo (Scervino *et al.*, 2010).

## **Objetivo**

Evaluar el comportamiento de las plantas de chile serrano al ser expuestas a la aplicación de agentes microbianos solos y en combinación.

## **Justificación**

La creciente demanda de alimentos inocuos, el desarrollo de resistencia de plagas y enfermedades y la contaminación ambiental, nos obligan a utilizar una agricultura sustentable para bajar el uso de sustancias químicas en los cultivos. Se ha demostrado que el uso de microorganismos benéficos ayuda a los cultivos a desarrollarse y ejercen un efecto de biocontrol de plagas y enfermedades, los cuales son una alternativa para incorporarlos en el agroecosistema, manteniendo la productividad de los cultivos.

## **Hipótesis**

Al menos una combinación de los agentes microbianos aumentará el crecimiento de plantas de chile serrano.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Cultivo

**Origen e Historia.** El centro de origen del chile (*Capsicum annum* L.) se considera México y Centroamérica, su introducción a Europa fué por Cristóbal Colon en 1439, vía España y posteriormente se introdujo en Asia (Santos, 2010). Los restos más antiguos de la planta o fruto del chile proceden del valle de Tehuacán (México) y datan del año 3000 – 5000 A.C., conocido como chile o ají (Bortolotti *et al.*, 2002). El chile pertenece junto al tomate, berenjena, tabaco y papa, a la familia de las Solanáceas. El género incluye alrededor de 26 especies, todas originarias del continente americano. Su nombre científico *Capsicum* proviene del griego *kapsakes* o cápsula y el nombre común proviene del náhuatl *chili*. Son plantas herbáceas o arbustivas pequeñas de flores blancas o rosadas polinizadas por insectos como abejas, abejorros y pulgones (Montes, 2010).

Las variedades de chile, de las cuales se encuentran gran cantidad, usualmente se clasifican como dulces o picantes con diferente forma, sabor, picante, color y utilización culinaria (Montes, 2010).

### Clasificación Taxonómica

Según Méndez (2012) el chile se clasifica como:

**Reino:** Plantae

**División:** Angiosperma

**Clase:** Dicotyledonea

**Subclase:** Metachimydeae

**Orden:** Tubiflorales

**Familia:** Solanacea

**Género:** *Capsicum*

**Especie:** *C. annum*

## **Requerimientos Climáticos**

**Temperatura.** La temperatura influencia el crecimiento y metabolismo de las plantas, sin embargo, la mejor temperatura no es aquella que produce el crecimiento más acelerado, sino la que provoca el desarrollo más armónico, en función de las características de cada especie cultivada (castaños, 1993; Cano, 1998).

La temperatura es determinante en los procesos de fotosíntesis, respiración y acumulación de azúcares y almidones. También está relacionada con la germinación de la semilla, utilización de los elementos nutritivos, pérdida del agua, diferentes formas de desarrollo, daños característicos de las hojas o alta temperatura. El cultivo de chile necesita una temperatura media diaria de 24.5 °C, con una mínima de 10 °C y máximo de 35 °C donde la fructificación es muy débil o nula, siendo más evidente cuando el aire es seco, sin embargo, se considera que los chiles anchos, serrano y jalapeño toleran estas temperaturas (Infoagro, 2003).

### **Humedad relativa.**

La humedad relativa óptima para el chile serrano oscila entre el 50 y 70 %; especialmente durante la floración y amarre del fruto, esta humedad es ideal para un óptimo crecimiento durante las primeras fases. Las humedades relativas mayores pueden traer problemas de enfermedades, una humedad relativa menor con temperatura alta puede provocar excesiva transpiración y conducir a la caída de flor (Alonso, 2008).

### **Luminosidad.**

Con lo referente a la luminosidad, es una planta muy exigente sobre todo en los primeros estadios de desarrollo y durante la floración. Se le puede considerar como una planta de día largo en cuanto el periodo de la luz que necesita. Por lo tanto, si hay suficiente intensidad lumínica, se prolonga el ciclo vegetativo de la planta. Uno de los requerimientos que necesita la planta de chile es que establezca a una altitud de 0 – 2700 msnm (Valadez, 1992).

**Suelo.** El chile verde se desarrolla mejor en suelos de textura limo-arcilloso, suelos profundos, buen drenaje, es tolerante a ciertas condiciones de acidez y crece bien a pH de 5.5 a 6.8, es una planta que soporta contenidos de 2,560 hasta 6,406 ppm de sal, equivalente a 4 y 10 mmhos/cm, respectivamente (Valadez, 1992).

### **Principales plagas cultivo de chile y su manejo**

El control de las plagas es un tema muy importante en el cultivo de las hortalizas, se estima que en promedio el control de plagas es aproximadamente de un 25% del gasto total del costo de producción. Este tema es complejo en parte debido a la gran variedad de plagas. El cultivo de chile serrano es un cultivo hortícola de gran importancia económica, constituyen una de las principales fuentes de ingresos para los productores que se emplean en su proceso productivo. Este cultivo es afectado por diferentes insectos durante todo el ciclo vegetativo, destacan por su abundancia y daños la mosquita blanca, minador de la hoja, picudo del chile entre otros insectos. Estas plagas han ocasionado fuertes pérdidas a los productores. Para poder evitar que las plagas pongan en riesgo a la producción. Monitorear constantemente para no sobrepasar de su umbral económico, realizar rotación de cultivos y llevando a cabo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en todas las labores culturales. (Martínez *et al.*, 2010).

**Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia argentifolii*).** A nivel mundial se reportan 1,200 especies incluidas en 120 géneros. Sin embargo, en México solo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia argentifolii*, las cuales se encuentran presentes en territorio nacional atacando los cultivos de jitomate, chiles, algodón, melón, sandía, frijol, col, cítricos, entre otros.

El mayor daño de estos insectos está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral, ya que provocan pérdidas considerables en la cantidad y calidad en las cosechas (Castaños, 1993). Son insectos chupadores, que se localizan en el envés de las hojas de las plantas hospedantes. El adulto tiene alas

de color blanco y mide en promedio 0.433 mm de largo por 0.270 mm de ancho. Su ciclo biológico conforma de huevecillos, ninfa y adulto. Las hembras colocan sus huevecillos en el envés de hojas desordenadamente en posición vertical. Estas pueden copular varias veces y su longevidad es de ocho semanas para machos y 11 para hembras. Presenta de 11 a 12 generaciones al año y en condiciones de cautiverio, una hembra puede depositar hasta 300 huevecillos en toda su vida. Durante el invierno, los adultos permanecen inactivos en el envés de las hojas y solo cuando la temperatura asciende se vuelven activos (Castaños, 1993).

**Control biológico.** El control biológico por conservación puede ser una opción más de control de plagas, es posible permitir la acción de parasitoides de ninfas de mosca blanca presente en los que se encuentran, *Encarsia Formosa* y *Eretmocerus eremicus* es una avispa parásita y ataca principalmente a las moscas blancas *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. Como todo insecto, su sobrevivencia es determinada por las condiciones ambientales (Soto, 2002).

**Control cultural.** Es uno de los principales controles que ha permitido reducir los problemas con *B. tabaci*. Las actividades en este control están encaminadas a establecer los cultivos dentro de fechas de siembra determinadas para cada Distrito de Desarrollo Rural y destrucción de residuos de cosecha, hacer rotación de cultivos para disminuir las poblaciones de la plaga (Torres, 2002).

**Control químico.** La eficiencia del uso de agroquímicos se logra al realizar el monitoreo de plagas y hacer las aplicaciones donde se encuentre el estadio susceptible a la molécula aplicada. Se debe de hacer uso de insecticidas que sean selectivos, y para esto hay que tener en consideración que los huevos y el ultimo estadio ninfal (pupa) son tolerante a la mayoría de los insecticidas. El resto de los estadios ninfales y el adulto son más susceptibles, actualmente la mayoría de los productos en el mercado están dirigidos contra estas etapas del desarrollo de esta plaga, para lo cual se utiliza imidacloprid, Endosulfan, Metamidofos, Dimetoato y Cipermetrina (Jiménez y Bonifacio, 2008).

**Minador de la hoja (*Liriomyza spp*).** El minador de la hoja llega ocasionar daños considerables al cultivo del chile, sobre todo cuando se realiza un manejo inadecuado de insecticidas, lo que ocasiona la eliminación de la fauna benéfica que ayuda a su control; por otra parte, su manejo se ha complicado por la resistencia que ha desarrollado a la mayoría de los insecticidas convencionales (Garza, 2001). Los adultos son pequeñas mosquitas de color negro y amarillo, miden de 2 a 3 mm y con el dorso obscuro. El huevecillo eclosiona en un lapso de 2 a 4 días, después de que es depositado en la lámina de la hoja. El estado larvario dura de 7 a 10 días y alcanza una talla de uno a dos milímetros de largo al estar totalmente desarrollado, presenta una coloración amarillenta o café. La pupa tarda de 8 a 15 días en eclosionar, normalmente se encuentra en el suelo, pero puede estar dentro de la hoja o en la superficie. Este insecto está localizado en México, Centro América y regiones del Caribe, teniendo como principales hospederos a los cultivos de: calabacita, chícharo, col, frijol, melón, papa, sandía, tomate, chile y diversas plantas ornamentales. Las larvas minan las hojas en forma de espiral, el ataque severo provoca que las hojas se sequen y caigan (Garza, 2001).

**Control biológico.** Un programa de manejo integrado de plagas que utiliza como principal táctica la conservación de enemigos naturales, controla exitosamente las poblaciones. El minador es depredador por la chinche *Orious sp.*, y parasitado por las avispas *Habrochitus sp.* y *Dyglyphus sp* (Garza, 2001).

**Control cultural.** Cuando los cultivos hospedantes del minador de la hoja no están presentes en el campo, esta plaga se encuentra en una variedad de plantas, principalmente maleza de la hoja ancha, que le sirve como reservorio. La destrucción de esta maleza y de los residuos de los cultivos inmediatamente después de la última cosecha, son medidas de prevención muy importantes para reducir las poblaciones de este insecto (INIFAP, 2014).

**Control químico.** En el cultivo del chile las aplicaciones de insecticidas se deben iniciar después de los 60 días del trasplante, siempre y cuando el 20% de las hojas presenten una o más minas con larvas vivas. Se realiza con productos formulados

a base de Abamectina al 1% (250-500 ml/ha), Azadiractina al 3 % (0.5-1.0 l/ha) y Permetrina 250 (200-400 ml/ha) (INIFAP, 2014).

### **Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*).**

El picudo del chile *Anthonomus eugenii* es un insecto plaga nativo de América Central y se ha extendido por todo el continente Americano. Ataca a Solanáceas, principalmente del género *Capsicum* y *Solanum*. En el cultivo de chile puede causar daños de hasta el 100 % durante la etapa de floración y fructificación atraído por la capcisina liberada por las flores. En estado adulto el picudo se alimenta de las hojas e inflorescencias, mientras que las larvas se alimentan de los botones florales y los frutos, lo que ocasiona pudrición y desprendimiento de los frutos. El adulto de color pajizo vive de 3 a 4 meses, la hembra oviposita de 3 a 5 huevecillos de 0.5 mm en los botones florales y frutos, tardan de 3 a 4 días en eclosionar, la hembra oviposita 300 o más huevecillos durante toda su vida. Las larvas son apodas, de color blanco brillante curvadas en forma de “C” y miden 5 mm, presenta 3 estadios larvales que duran de 9 a 12 días. La pupa se forma dentro del fruto y dura de 3 a 6 días, una vez formado el adulto requiere de 3 a 4 h para emerger del fruto. Los síntomas de un fruto infestado son pedúnculos amarillos que se marchitan en el punto de unión con la planta, lo que ocasiona la caída de los frutos, los cuales se tornan rojos o amarillos antes de caer al suelo. Su ciclo biológico es de 15 a 23 días (Garza, 2001).

**Control biológico.** En México se han encontrado especies de avispas nativas, pertenecientes a unos nueve géneros. De estas especies, *Triapsis eugenii* (Familia *Broaconidae*) encontrada en Nayarit, es el parasitoide más prometedor como agente de control biológico para el picudo de chile y tiene un nivel de parasitismo cercano al 30 %. También se debe de considerar el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los cuales son hongos que pueden infectar pupas, larvas y adultos del picudo del chile (Damian, 2015).

**Control cultural.** Se recomienda eliminar toda la maleza del terreno y del perímetro, además, de establecer el cultivo dentro de la fecha de siembra recomendada para

la zona, cuyo objetivo es evitar siembras continuas que favorezcan el incremento en las poblaciones del insecto. Inmediatamente después de la cosecha es importante destruir la planta mediante su incorporación al suelo por medio de labranza. Durante el periodo de fructificación es recomendable recoger los frutos caídos y enterrarlos, con el propósito de eliminar las larvas, pupas y adultos que se encuentran en los frutos o que pueden servir de reservorio de la plaga (Damián, 2015).

**Control químico.** Para el control del picudo del chile, una vez establecido en la plantación, los mejores resultados desde el punto de vista de efectividad y costo de control se obtienen mediante un programa de aplicaciones con piretroides que actúa sobre los canales de sodio del sistema nervioso de los insectos, provocando la muerte de los insectos por sobreexcitación. El Imidacloprid y Betacyflutrín son dos mezclas que actúa por contacto e ingestión vía sistémica interfiere en el sistema nervioso del insecto y es un modulador de canal de sodio; La aplicación debe realizarse temprano por la mañana o por la tarde (Garza, 2001).

### **Principales enfermedades del cultivo de chile**

En el cultivo del chile serrano están sometidos a varios factores o agentes que pueden ocasionar enfermedades de las plantas tales como; *Damping off*, *Phytophthora capsici*, *Alternaria solani* y *Xanthomonas* que causan pérdidas severas los agricultores. Una enfermedad de una planta puede definirse como cualquier alteración ocasionada por un agente patógeno que afecta: la síntesis y la utilización de alimentos, los nutrientes minerales y el agua, de tal forma que la planta afectada cambia de apariencia y tiene una producción menor que una planta sana. En épocas frías y húmedas del año, se producen diversas enfermedades en los cultivos la mayoría de las cuales, son producidas por hongos. Todos comienzan con una espora que, al germinar, produce una serie de hifas, que producirán una serie de cuerpos fructíferos, generándose nuevas esporas. Con las enfermedades usamos un manejo distinto al de las plagas ya que la infección inicial de la enfermedad es más difícil de ser detectada. Cuando vemos los síntomas de una

enfermedad la infección inicial ya paso mientras que los insectos son más visibles (López, 2003).

**Damping off.** Esta enfermedad está asociada en la etapa de plántula, los agentes causales son *Rhizoctonia* spp, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp. y *Fusarium* spp., los cuales lesionan la base del tallo y produce estrangulamiento y muerte de las plántulas (Mendoza, 2012). La enfermedad puede provocar daño durante la germinación de la semilla o el desarrollo de la plántula. En preemergencia, la semilla germina y alcanza a emitir un pequeño tallo que al ser infectado toma una coloración café oscura y muere rápidamente, por lo tanto, este daño solamente se puede observar cuando las plántulas no infectadas emergen y se puede notar manchones sin plántula. Cuando la enfermedad se presenta en postemergencia las hojas de las plantas infectadas pierden turgencia, se observan flácidas o marchitas, eventualmente toda la plántula manifiesta el síntoma y cae al suelo (Velásquez, et al., 2013).

***Rhizoctonia* spp.** Las condiciones secas del suelo de los almácigos podrían favorecer la infección de raíces y tallo por *Rhizoctonia* spp., por lo que el hongo es más activo en la porción superior del suelo y su ataque puede generar un patrón circular de plantas muertas. Produce esclerocios, una estructura de consistencia dura y de color marrón oscuro que le permite sobrevivir en el suelo o infectar tejido vegetal por años. Con una amplia variedad de huéspedes, *Rhizoctonia* puede provocar una variedad de enfermedades, como la pudrición del tallo, la pudrición de la raíz. Los síntomas crecen junto a la superficie superior del sustrato, así que comúnmente ataca el tallo de la planta en el nivel del suelo. Por lo general, los tallos se descomponen rápidamente, comienza con la formación de lesiones marrones rojizas que aumentan, lo que produce canchales hundidos cerca del nivel del suelo (Velásquez, et al., 2013).

***Phytophthora capsici.*** Este patógeno ocasiona marchitez leve de la planta y en tres o cuatro días, se marchita completamente. En el tallo, en el área del cuello, se observa un necrosamiento muy marcado, cuando se hace un corte a ese nivel se detecta una coloración café oscuro, presenta una banda parda oscura que rodea el

cuello, debido a esto, se marchitan y mueren. En las hojas y ramas, se presentan lesiones como tizones de color verde amarillento y después de color café. En los frutos se observan manchas acuosas de color verde claro cubiertas por micelio del hongo los frutos afectados permanecen adheridos a la planta. Las semillas también son afectadas, al abrir el fruto se detecta micelio sobre las semillas podridas (Velázquez y Reveles, 2003).

***Pythium spp.*** Los síntomas son las lesiones oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato, a diferencia de *Rhizotocnia*, donde las lesiones son de café rojizo a oscuros, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Es recomendable desinfectar el sustrato de las charolas germinadoras, así como el uso de semilla sana y/o desinfectada. Para la desinfección de las plántulas se recomienda aislar y quemar las plantas enfermas, así como eliminar todos los residuos antes del trasplante, se puede sumergir la raíz en una solución fungicida antes de sembrar (Sánchez, 2007).

***Fusarium spp.*** Los síntomas de este género atacan principalmente la zona de la base del tallo y raíz, provocando marchitez y amarilleamiento de las hojas, así como crecimiento retardado. Afecta seriamente a las raíces y la corona, provocando necrosis en raíces principales y secundarias, las plantas se vuelven quebradizas cuando el ataque es severo. El patógeno habita en el suelo, restos de cultivo y plantas vivas, entre otros, aquí puede sobrevivir y diseminarse por la maquinaria agrícola (Velázquez y Reveles, 2003).

**Control biológico.** Se ha demostrado que al realizar tres aplicaciones de cepas de *Bacillus subtilis* y de *Trichoderma harzianum* tiene un mayor efecto de control del Damping off en comparación con uso del fungicida Mancozeb. Por otro lado, se ha consignado un efecto benéfico sobre el desarrollo de plántulas tratadas con el hongo *Trichoderma spp* (Velásquez, *et al.*, 2013).

**Control cultural.** Se debe realizar el control de malezas dentro de los almácigos, una fertilización balanceada y una buena nivelación, para tener plántulas vigorosas y evitar encharcamientos, lo anterior para contrarrestar los efectos del *Damping off*. La presencia de malezas debilita las plántulas de chile y sirve como refugio de

insectos nocivos, así como hospederos de virus por lo que deben eliminarse tan pronto como aparezcan. Al momento de extraer las plántulas para el trasplante es mejor eliminar aquellas que rodean los manchones, ya que es probable que se encuentren infectadas o posean poco vigor y mueran a los pocos días después del trasplante (Velásquez, *et al.*, 2013).

**Control químico.** Se puede manejar en forma preventiva, esto es evitando que la enfermedad se presente en el almácigo, utilizando semilla certificada o proveniente de plantas y frutos sanos, características deseables. Se puede emplear el fungicida Captan en aplicación al suelo, para obtener plántulas sanas al momento de la siembra. Anteriormente se realizaba la desinfección, con Bromuro de Metilo, de suelos dedicados a la producción de plántulas de chile, sin embargo, debido a sus efectos nocivos sobre la capa de ozono su empleo fue restringido. Se recomienda aplicar Metam Sodio, para aplicar el suelo debe tener una humedad equivalente a la necesaria para la siembra, por lo que será necesario aplicar un riego de cinco a siete días antes de su aplicación para estimular la germinación de semillas, propagulos y huevecillos. Se recomienda aplicar el Metam Sodio cuando la temperatura del suelo se encuentre entre 15 y 30 °C a razón de 100 a 122 cc/m<sup>2</sup> de almácigo. El suelo tratado debe mantenerse cubierto por 14 a 28 días antes de sembrar (Velásquez, *et al.*, 2013).

#### **Tizón temprano (*Alternaría solani*).**

Es una de las enfermedades de importancia para el cultivo de chile verde ya que es capaz de infectar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, peciolos, hojas, flor y fruto. El agente causal del tizón temprano del chile es el hongo *Alternaria solani*, el cual inerva en residuos de cosecha que permanecen en el suelo, las conidias germinan a temperaturas de 24 a 29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia. Los primeros síntomas ocurren en las hojas más viejas, y consiste en pequeñas lecciones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más, rodeadas de un color amarillo

debido a la producción de toxinas, posteriormente las lesiones son numerosas, uniéndose y destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de las frutas. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos y frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen producen un polvillo negro que corresponde a las fructificaciones del hongo (Bruna, 2006).

**Control biológico.** Existen diferentes investigaciones donde se ha demostrado la efectividad de *Trichoderma longibrachiatum* y *Bacillus subtilis* contra algunas especies de *Alternaria*. Una de las principales características por las cuales estas especies son investigadas es por producir antibióticos, otorgándole una característica de fungicida, logrando proteger a los cultivos de enfermedades causadas por hongos. *Pseudomonas aeruginosa*, se han demostrado resultados positivos en el control de *Alternaria solani* (Bruna, 2006).

**Control cultural.** Dentro de las opciones de manejo cultural esta la preparación de suelo, que consiste en llevar a cabo actividades en la tierra para favorecer una óptima germinación de la semilla y crecimiento del cultivo. También se puede considerar como otra media el sembrar dos o más variedades diferentes, con niveles de resistencia diferentes. Se debe realizar la rotación de cultivos, cuidando el correcto control de malezas para evitar que el patógeno se hospede en las mismas. Retirar los restos del cultivo ayuda a bajar la fuente de inóculo, en condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, evitar el riego con aspersión, esto provocaría una rápida infección en la planta (Morales, 2001).

**Control químico.** Este consiste en términos simples, en aplicaciones de fungicidas al follaje, dirigidas al control de *Alternaria solani*. Existen diferentes ingredientes activos que presentan una acción eficaz en el control de estos patógenos. Se pueden realizar aspersiones foliares preventivas con Maneb, Zineb, Mancozeb, Clorotalonil; iniciando la aplicación antes de la fructificación y siguiéndolas a un intervalo de 7 a 10 días. Los diferentes fungicidas, al ser asperjados sobre un cultivo presentan una manera de actuar. Algunos sólo recubren con una capa las zonas asperjadas, no presentando movimiento posterior dentro del tejido vegetal. Estos

corresponden a los fungicidas de contacto, los que sólo presentan acción preventiva, y por lo tanto deben ser aplicados antes de que se presente la enfermedad (Morales, 2002).

**Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*).** La enfermedad puede infectar todas las partes aéreas de la planta. Al inicio de la epidemia, la bacteria provoca pequeñas manchas de color café y aspecto húmedo, de contorno redondeado a irregular. La bacteria es transmitida dentro o en la superficie de la semilla, donde puede sobrevivir hasta 16 meses; también puede sobrevivir en el suelo, sobre restos no descompuestos de planta infectada. El patógeno puede penetrar a la planta a través de los estomas u otras aberturas naturales, por heridas provocadas por partículas de suelo que impulsa el viento o por lesiones causadas por .la mancha bacteriana puede ser un problema más grave en plántulas de chile producidas en invernadero o en almácigos tradicionales que permanecen con exceso de la humedad en el suelo y cubiertos por periodos prolongados (Velásquez, *et al.*, 2013).

**Control biológico.** Se ha encontrado que la utilización de productos biológicos a base de microorganismos *Bacillus* spp. para el cultivo de Chile. La acción de este agente es explicada a través de dos vías: la inducción de resistencia sistémica y la producción de antibióticos y agentes antimicrobianos. El control biológico con bacteriófagos (los bacteriófagos son virus que infectan exclusivamente a bacterias) ha sido de gran ayuda en semilleros para producción de plántulas (Gómez, 2011).

**Control cultural.** Se debe practicar la rotación de cultivos por dos a tres años, incluyendo plantas que no son infectadas por esta bacteria como los cereales o leguminosas. Además, se deben eliminar las malezas, especialmente las de la familia de las *Solanáceas* y de hoja ancha, dentro y alrededor de la parcela, así como las plantas voluntarias de chile o jitomate. Esta enfermedad es más severa cuando las plantas de chile se encuentran deficientes en nutrientes como nitrógeno o potasio por lo que se sugiere utilizar las dosis máximas de fertilización recomendadas (Gómez, 2011).

**Control químico.** Es importante tener una inspección contante de la plántula y en caso de encontrar síntomas de la enfermedad realizar la aspersion del antibiótico Estreptomina en dosis de 85 g por cada 100 litros de agua. Una vez que la enfermedad se presente después del trasplante se sugiere el empleo de productos a base de cobre combinado con fungicidas (Velásquez *et al.*, 2013).

### **Secadera del chile (*Phytophthora capsici*)**

Este organismo puede llegar a causar pérdidas de hasta el 70%. Aparentemente *P. capsici*, no produce clamidosporas y se asume que es una raza de una especie más grande. El hongo puede sobrevivir en residuos de chile que se encuentran sobre el suelo, los síntomas se presentan en la floración y fructificación. Ataca el cuello de planta y raíces, lo cual bloquea el libre flujo de agua y nutrientes de las raíces hacia la parte aérea de la planta y como consecuencia las hojas tornan a un color amarillo de la parte baja hacia arriba, posteriormente esta empieza a marchitarse y los frutos permanecen adheridos a la planta los cuales maduran de forma prematura y al abrirlos se puede observar un crecimiento del hongo en la semilla, cuando las condiciones de alta humedad y temperatura media están presentes el hongo sobrevive en el suelo sobre residuos de cosecha. Para desarrollarse *Phytophthora capsici* necesita alta humedad en el suelo y temperatura fresca, el hongo se disemina por el riego, herramientas del trabajo, entre otras, (Nuez *et al.*, 1996).

**Control biológico.** Se ha encontrado que el hongo *Trichoderma harzianum* tiene capacidad antagónica contra el desarrollo de *Phytophthora* spp., al reducir la incidencia de este hongo desde un 25 a 65 %. Los tratamientos se hacen a la semilla y a la planta. También se ha trabajado con la bacteria *Burkholderia cepacia* como agente de biocontrol de *P. capsici* al tratar a la semilla de chile (Nuez *et al.*, 1996).

**Control cultural.** Utilizar semillas libres de los patógenos, hacer un diagnóstico fitosanitario de suelo o sustrato para determinar las unidades formadoras de colonia (UFC), donde se va establecer para producir plántula, así como una buena nivelación del terreno. Plantar en surcos altos, no realizar riegos pesados, regar un surco si y uno no (Nuez, 1996).

**Control químico.** Tratar a las plántulas antes del trasplante, sumergiendo las raíces por 1-3 minutos en una mezcla de los fungicidas Captan y Metalaxil (1 g/l de cada producto formulado). Tratar a la semilla y plantas con fungicidas Metalaxil, Clorotalonil y Fosetil-al (Gaona, 2007).

### **Agentes microbianos promotores de crecimiento y desarrollo de las plantas**

Las interacciones entre microorganismos que se establecen en los ecosistemas pueden ser del tipo sinérgicas, antagónicas, de competencia física y bioquímica que son moduladas por actores bióticos y abióticos. Las actividades que se desencadenan en la rizosfera promueven la fijación de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores de crecimiento vegetal y biocontroladores de fitopatógenos. En la promoción del crecimiento del cultivo del chile se ha demostrado un efecto positivo con bacterias del género *Bacillus* y *Paenibacillus* (Kabir *et al.*, 2012). Como alternativa al uso excesivo de fertilizantes sintéticos, los agricultores adoptan el uso de microorganismos promotores de crecimiento en plantas, para potenciar el crecimiento de raíces, fortalecer mecanismos naturales de reacción a enfermedades e insectos y aumentar la producción. Su aplicación al suelo permitirá seleccionar la combinación más productiva, con calidad y rendimiento mayores del cultivo. Estos microorganismos pueden interactuar en la rizosfera con las raíces de las plantas, de modo que los exudados radicales, ricos en compuestos orgánicos les aportan gran variedad de nutrientes para llevar a cabo sus actividades metabólicas (Torres, 1996). La interacción de microorganismos rizosféricos, como los hongos formadores de micorrizas, hongos del género *Trichoderma* y *Pseudomonas* usualmente catalogados como agentes de control biológico y microorganismos promotores del crecimiento vegetal, dependen de este tipo de factores para expresar sus potenciales efectos benéficos; sin embargo, las interacciones entre los microorganismos son complejas y se pueden presentar efectos sinérgicos que potencialicen los beneficios para la planta o por el contrario, efectos antagónicos o simplemente, que no ocurra ningún efecto (Cano, 2011).

### ***Trichoderma* spp.**

La acción de *Trichoderma* como micoparásito natural se demostró por Weindling en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales. No obstante, la información sobre su empleo en la producción agrícola es insuficiente y dispersa. El entendimiento de la diversidad genética de cada cepa dentro de las especies de *Trichoderma* y sus mecanismos de biocontrol ha permitido mejorar la aplicación de las diferentes cepas. Estos mecanismos son diversos, complejos y pueden actuar sinérgicamente para lograr el control de enfermedades. Las diferentes especies de *Trichoderma* ejercen el biocontrol de una manera indirecta bien sea por competencia por nutrientes o espacio, antibiosis (producción de metabolitos), modificando las condiciones ambientales o mediante la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y de una forma directa por micoparasitismo (Howell *et al.*, 2003).

Las especies saprofitas de *Trichoderma* son microorganismos benéficos competitivos; por su plasticidad tiene la capacidad de actuar en forma oportunista y simbiote de plantas que predominan en los ecosistemas terrestres y acuáticos. La capacidad de competencia por espacio, nutrientes, reproducción y colonización en distintos ambientes, favorecen el contenido de materia orgánica, la protección contra infecciones al sistema radical y la resistencia a metabolitos tóxicos en respuesta a la invasión de un organismo extraño (Benítez *et al.*, 2004). Dicha capacidad también tiene un efecto inductor sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a la formación de sideróforos quelatantes de hierro, y la presencia de hormonas reguladoras de crecimiento que actúan como estimulantes en tejidos meristemáticos primarios en partes jóvenes. En algunos casos esta promoción de crecimiento resulta como consecuencia de la reducción de microorganismos patógenos mediante una acción antagónica contra el agente causal (Hong, 2006).

Así como existen hongos que ocasionan pérdidas económicas, también hay hongos que traen beneficios económicos para la agricultura, tal es el caso del género *Trichoderma* cuyas especies son utilizadas para el control biológico, como

estrategia ecológica de protección para los cultivos ante la presencia de patógenos causantes de enfermedades en las plantas. Se han realizado diversos estudios de antagonismo que permiten comprobar los efectos benéficos de *Trichoderma* como agente de biocontrol. En el mercado mundial de ACB (Agentes de Control Biológico) fúngica está dominado por especies de *Trichoderma* spp. con más de 50 formulaciones disponibles como productos registrados. En general, las formulaciones comerciales de *Trichoderma* son explotadas en la agricultura para la producción de proteínas, enzimas y antibióticos útiles contra hongos, bacterias y nematodos patógenos de plantas. Las formulaciones comerciales de *Trichoderma* están formadas a base de esporas y/o clamidosporas, dependiendo de la forma de fabricación. Generalmente se utilizan dos tipos de fabricación de inóculo de *Trichoderma*, fermentación líquida o sólida. El producto obtenido a partir de la fermentación sólida tiene como característica que la pared celular de las esporas es mucho más gruesa que las originadas en fermentación líquida, por lo que persisten por más tiempo en condiciones adversas y tienen propiedades hidrofóbicas, lo que permite adherencia a la planta y a otros hongos (Villegas, 2005).

### ***Bacillus* spp.**

El uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal o PGPR (Rhizobacterias que promueven el crecimiento de las plantas) representa una estrategia biotecnológica sostenible para contrarrestar los efectos del uso exagerado de fertilizantes químicos y pesticidas en la agricultura, ya que otorgan beneficios a las plantas como movilización de nutrientes y la producción de reguladores del crecimiento vegetal, entre otros. Los géneros de bacterias *Streptomyces* y *Bacillus* se destacan por su amplia distribución en la naturaleza, tienen gran potencial como agentes de control de patógenos y como promotores del crecimiento vegetal debido a su capacidad de producción de antibióticos y fitohormonas, solubilización de fosfatos y competencia contra patógenos por sustratos y nutrientes (Villegas, 2005).

*Bacillus* tiene la capacidad de competir eficientemente por la colonización de la rizosfera. Disminuyendo la posibilidad de que el patógeno pueda interactuar con las raíces de la planta. Este efecto se debe a que forma una barrera física conocida

como biofilm bacteriano (compuesta por exopolisacáridos, proteínas y ácido nucleico). La cual no impide la interacción entre el *Rhizobium* y la leguminosa, debido a que esta última se produce mediante un apéndice específico de la planta que supera esta barrera permitiendo la interacción con *Rhizobium*. Esto hace que la planta sea capaz de defenderse de futuros ataques de patógenos no solo a nivel de raíz, sino a nivel de toda la planta, ya que activa lo que se conoce como resistencia sistémica de la planta. Esta estimulación se produce a través de la inducción de las vías de resistencia locales y sistémicas de la planta. La inducción de resistencia RSI (Resistencia sistémica inducida) es un estado fisiológico que aumenta la capacidad defensiva, donde las defensas innatas de la planta son potenciadas contra subsecuentes desafíos bióticos (posteriores ataques de patógenos vegetales). Este estado potenciado de Resistencia es efectivo contra un amplio rango de patógenos y parásitos. *Bacillus* spp. provoca una significativa reducción de la incidencia y severidad de varias enfermedades sobre una gran cantidad de hospedadores vegetales. Varias especies de bacilos producen toxinas que inhiben el crecimiento o la actividad de hongos y nematodos patógenos de plantas, siendo el más estudiado y utilizado. El género *Bacillus* es secretor de proteínas y metabolitos eficientes para el control de plagas y enfermedades, promueve el crecimiento vegetal a través de la solubilización de fósforo y la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indolacético; así mismo participa en la fijación de nitrógeno cuando hace parte de consorcios microbianos. Como biofertilizante es una opción amigable para el suelo y el ambiente que da respuesta a la necesidad de implementar la agricultura sostenible. Esta bacteria puede secretar enzimas catabólicas, péptidos antibióticos y pequeñas moléculas que contribuyen a la supresión de patógenos. Las bacterias del género *Bacillus* se han encontrado como habitantes de la rizosfera de plantas de papa y se ha demostrado su papel como promotoras del crecimiento vegetal al inocular tubérculos (Calvo *et al.*, 2010).

### ***Streptomyces* spp.**

Los *streptomyces* es ampliamente estudiada por su capacidad de producción de metabolitos secundarios y producción de enzimas extracelulares actuando como

descomponedores de materia orgánica, además de tener gran potencial como agentes de control contra patógenos y como promotores de crecimiento vegetal debido a su capacidad de producción de antibióticos y fitohormonas, solubilización de fosfatos y competencia contra patógenos por sustrato y nutrientes. Se evaluaron tres cepas de actinomicetos (dos cepas de *Streptomyces* spp y una de *Thermobifida*) para conocer su capacidad de mineralizar fósforo y observaron que las cepas mostraron esta capacidad, mientras que al probarlas en plántulas de trébol blanco, el cual es empleado como forraje, se observó un incremento de biomasa de parte aérea y de raíz, lo cual coincide con lo reportado para otros cultivos, donde se inocularon bacterias de este género en plantas de zanahoria y trigo. Por otra parte, se evaluó el efecto de 15 bacterias aisladas de rizosfera de Chile y seleccionaron dos cepas de *Bacillus* y una de *Streptomyces* para evaluar en maceta su efecto promotor de crecimiento vegetal, en este mismo cultivo, observando incremento en el número total de frutos, peso de fruto y en campo se evaluó la combinación de ambas bacterias obteniendo los mejores resultados en peso de fruto. Estudios han demostrado que la supresión de patógenos se puede producir en el suelo por parte del antagonista, cuando tanto el patógeno como el antagonista se introducen en el suelo antes de la siembra de los cultivos a proteger, seguido de un periodo de incubación, logrando así un biocontrol eficaz. Debido a esto, se han realizado estudios en los cuales microorganismos como hongos y bacterias han demostrado la capacidad de controlar patógenos, al igual que los actinomicetos, siendo este un tema de interés para generar investigaciones y explotar el uso de los actinomicetos como agentes controladores de patógenos (Gómez *et al.*, 2011).

Dentro de las propiedades de los actinomicetos como controladores biológicos, se encuentra la capacidad de producir metabolitos nematocidas, controlando uno de los patógenos más importantes, *Meloidogyne* spp, organismo que ha generado grandes pérdidas económicas, debido a que afecta el rendimiento de cultivos de hortalizas, plantas medicinales, plantas oleaginosas y frutales. El control de este patógeno está limitado a la aplicación de nematocidas, sin embargo, los actinomicetos controlan al nematodo y fitopatógenos del grupo de los hongos, este efecto está mediado por la

producción de metabolitos secundarios y primarios como antibióticos y enzimas extracelulares. Se Inocularon en semillas de maíz bacterias del género de *Pseudomonas* y *Streptomyces*, y observaron que el efecto en altura y biomasa fresca de raíz resulto negativo en comparación con las plantas que no fueron inoculadas. Al utilizar semillas de maíz y bacterias del género *Streptomyces* encontraron un incremento en la longitud y el peso fresco de la raíz y de los coleóptilos (Sousa *et al.*, 2008).

### ***Penicillium spp.***

A este hongo se le han descrito múltiples cualidades biotecnológicas entre las que se encuentran la producción de enzimas tales como celulasas, xilanasas y proteasas, entre otras, involucradas en procesos de descomposición de materia orgánica como residuos de procesos agrícolas e industriales. Por otra parte, y a nivel agrícola *Penicillium spp* se ha encontrado vinculado a la rizosfera de múltiples cultivos y a partir de aislamientos, se ha descrito su potencial como solubilizador de fosfatos y ha sido evaluado en diversos cultivos como biofertilizante. Entre estos microorganismos destacan los hongos solubilizadores de fósforo (HSF), los cuales juegan un rol fundamental en el ciclaje de fósforo en los suelos, ya que tienen la habilidad de transformar el fosfato orgánico e inorgánico al romper los enlaces que forma el fósforo con los iones metálicos de hierro, calcio y aluminio y así transformarlo en soluble. Gracias a la actividad de estos hongos, las plantas pueden aprovechar grandes reservas de fósforo insoluble que se encuentran fijadas a los minerales del suelo. El deterioro de los suelos de cultivo por aplicación de malas prácticas agrícolas, específicamente el uso inadecuado de fertilizantes químicos, promueve el manejo en campo de biofertilizantes, es decir, de productos elaborados a partir de microorganismos que benefician el crecimiento de plantas de cultivo y permiten la recuperación de suelos (Adsul *et al.*, 2007).

Desde hace varios años se viene mencionando la importancia de los microorganismos promotores de crecimiento y su impacto benéfico al ser aplicados en suelos con disponibilidad limitada de nutrientes para las plantas (Miransari, 2011). Dentro de los muchos microorganismos promotores de crecimiento vegetal

son las bacterias las más estudiadas, seguidas de los hongos, principalmente representados por los hongos micorrícicos, en menor medida por cianobacterias y microalgas. Los mecanismos de promotores de crecimiento vegetal son variados e incluyen estrategias de promoción directa tales como la fijación de nitrógeno, la captación de iones y nutrientes, principalmente el fósforo, la producción de fitohormonas (Auxinas, Giberelinas y Citoquininas). Como resultado de las evaluaciones en campo se ha permitido observar que en aquellos productos en los que el principio activo corresponde al hongo *Penicillium* spp., cuya principal función en el suelo es servir como solubilizador de fosfatos. Se ha obtenido un crecimiento de las plantas considerablemente mayor a los controles, lo que permite inferir la existencia de otros beneficios asociados al uso de estos biofertilizantes, como puede ser la producción de compuestos asociados al crecimiento vegetal. De esta manera se hace relevante realizar estudios correspondientes a evaluar el papel promotor de crecimiento de *Penicillium* spp., en las plantas de arroz para de esta forma interpretar las observaciones hechas y establecer un criterio explicativo más completo de los efectos de aplicación de biofertilizantes en campo que contiene como principio activo de este hongo (Loon 2007).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un invernadero del campo experimental el Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a 25° 22" latitud Norte y 101° 00" longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar 1 743 m.



Figura 1. El invernadero del campo experimental UAAAN donde se llevó a cabo el experimento.

**Establecimiento del experimento.** La semilla utilizada fue de chile serrano de la variedad Tampiqueño 74, la siembra se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades que fueron llenadas con sustrato húmedo Peat moss y perlita, en proporción 2:1. El manejo del riego se realizó con una regadera manual, realizando riegos ligeros cada tercer día, además, se suministró una fertilización cuando la plátula genera sus primeras 2 hojas verdaderas. Se realizó la primera fertilización con una solución nutritiva, a disolver 30 g de urea, 20 g de ácido fosfórico y 60 g de la fórmula 14-00-40 en 100 L de agua, la solución se realizó disolviendo por separado cada uno de los fertilizantes.

El trasplante se realizó a los 45 días después de la germinación (ddg), cuando esta alcanzó una altura de 10 cm, la cual se realizó en bolsas plásticas. Las bolsas se rellenaron con una mezcla de suelo (60 %), perlita (20 %) y abono orgánico (20 %), posteriormente se trasladaron a invernadero con el terreno nivelado para evitar encharcamientos que puedan generar problemas de enfermedades. Transcurridos diez días después del trasplante (ddt) se realizó la primera aplicación de los tratamientos, posteriormente estos repitieron a los 35 y 60 ddt. Los microorganismos fueron proporcionados por el cepario del Laboratorio de Microbiología del Departamento de Parasitología de la UAAAN, que proporcionó *Trichoderma asperellum* (Ta), *Bacillus subtilis* (BIF), *Streptomyces griseus* (A15), *Penicillium* sp (HBCO) y *Asimiladores de fosfatos* (HP2raiz), los tratamientos se conformaron al aplicar los microorganismos de manera separada y en combinaciones entre ellos, obteniendo un total de 29 tratamientos y un testigo absoluto. Los agentes microbianos se aplicaron a una dosis de 20 ml/planta a partir de una solución de esporas y unidades formadoras de colonias (UFC) a la concentración de  $1 \times 10^6$ . Se realizaron las evaluaciones a los 4 días después de cada aplicación.



Figura 2. Suspensión de microorganismos utilizados como promotor de crecimiento en el cultivo de chile

### **Manejo agronómico del experimento.**

Para el manejo de la nutrición de las plantas se aplicó un lixiviado de lombriz enriquecido con nitrógeno, fósforo y potasio, al disolver 40 mL en 10 L de agua, con esta preparación se suministró a cada planta 50 mL de la solución, la cual se realizó cada 3 días. Se realizó un monitoreo visual de las plagas, detectando la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y pulgón (*Myzus persicae*), y justificarse el control químico se aplicó al estrato foliar el insecticida Spirotetramat (CE, 150 ml de ia/L) a una dosis de 1 mL/L de agua, con esta aplicación se mantuvieron poblaciones bajas de la plaga, sin rebasar el umbral económico. Ocho días después de la primera aplicación del insecticida se realizó una aplicación foliar del insecticida Fipronil (CE, 200 mL de ia/L) a una dosis de 1 mL/L de agua para el control de Ortópteros (saltamontes y grillos). Se utilizó extracto de canela de manera foliar para repeler hemípteros a una dosis de 2 mL/L de agua.

### **Análisis estadístico.**

Los datos obtenidos se capturaron en el software de Excel para su ordenamiento. Los análisis de varianza de las variables evaluadas utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). Los datos se realizaron bajo un diseño completamente al azar y bajo un análisis de varianza con un nivel de significancia de 95% ( $p=0.05$ ).

## RESULTADO y DISCUSION

En general la aplicación de microorganismo benéficos en la planta de chile genera un mejor de desarrollo en el cultivo y en las variables agronómicas de crecimiento de chiles serrano tampiqueño 74 en comparación al testigo absoluto de este experimento. Se describen las variables analizadas en el cultivo y sus diferencias estadísticas en altura, numero de hojas y diámetro de tallo de las plantas.

### Altura de la planta

En la tabla 1 se muestra que los 30 tratamientos que fueron sometidos a un análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p=0,05$ ). Los mejores tamaños en las plantas se encontraron en la mezcla de microorganismo de *Trichoderma asperellum* (Ta)+ *Streptomyces griseus* (A15) + *Bacillus subtilis* (BIF) + *Penicillium* sp (HBCO) + asimiladores de fosfatos (HP2raiz) (19.5 cm), en seguida *Streptomyces griseus* (A15) + Asimiladores de fosfato (HP2raiz) + *Penicillium* sp HBCO (19.1 cm) y *Trichoderma asperellum* (Ta) + *Streptomyces griseus* (A15) (18.7 cm), donde se encontraron incrementos con respecto al testigo del 13, 10 y 8 % (Figura 1), respectivamente. Lo anterior muestra un efecto positivo en la altura de la planta, donde podemos mencionar que la combinación de diferentes agentes microbianos (hongos-bacterias) tienen una interacción positiva en el crecimiento de las plantas de chile serrano de la variedad Tampiqueño 74.

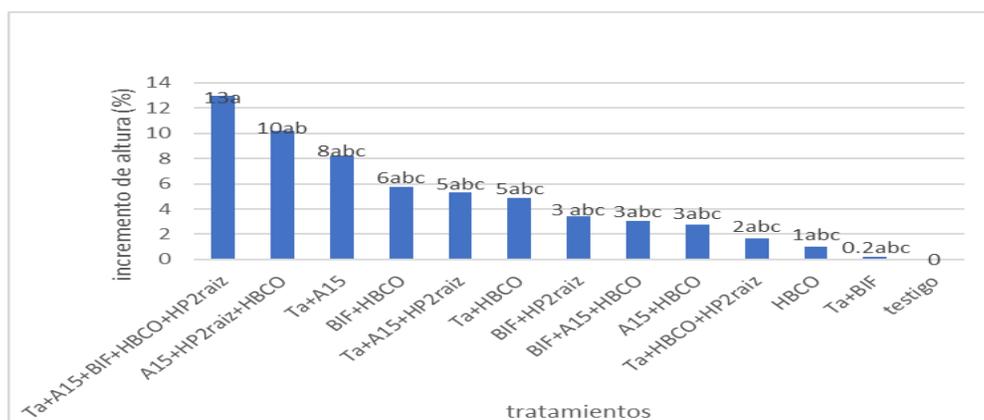


Figura 3. Altura de las plantas de chile por la mezcla de los microorganismos utilizados *Trichoderma* (Ta), *Streptomyces* (A15), *Bacillus* (BIF), *Penicillium* (HBCO), Asimiladores de fosfatos (HP2 raíz).

## Numero de hojas

En el número de hojas los análisis de varianza realizados para esta variable no sé reportaron diferencias significativas en la Figura 4. Sin embargo, existe una diferencia numérica favorable en los tratamientos *Trichoderma asperellum* (Ta) + *Penicillium* sp (HBCO) y *Trichoderma asperellum* (Ta)+ *Streptomyces griseus* (A15) con 21 hojas por planta. Con esta diferencia numérica podemos atribuir que existe mayor área foliar para la realización de fotosíntesis, y buen desarrollo vegetativo de las plantas de chile serrano.

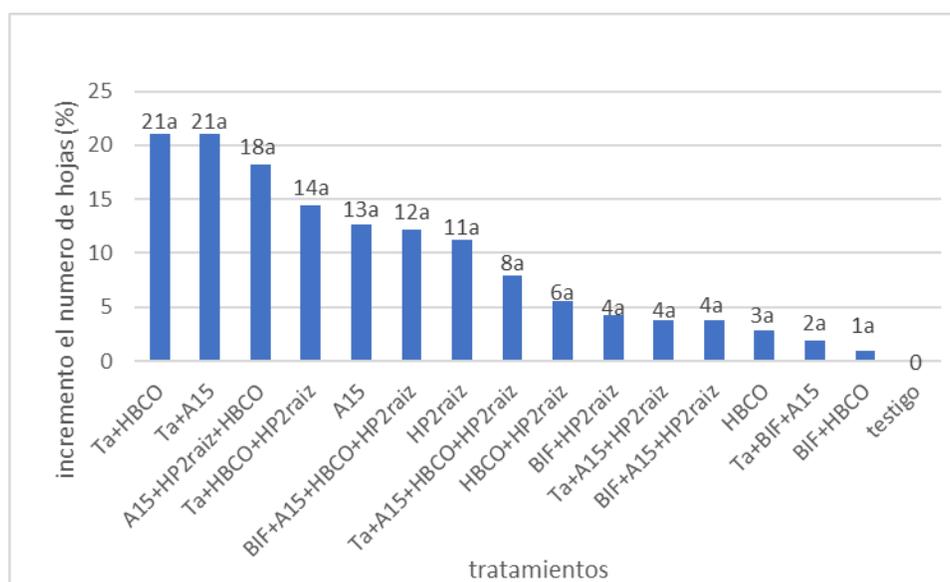


Figura 4. Numero de hojas de chile serrano por efectos de las siguientes mezclas. *Trichoderma* (Ta), *Streptomyces* (A15), *Bacillus* (BIF), *Penicillium* (HBCO), Asimiladores de fosfatos (HP2 raíz).

## Diámetro de tallo

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p= 0,05$ ), datos mostrados en la tabla 1, siendo los mejores diámetros de las plantas en la mezcla de microorganismos de *Bacillus subtilis* (BIF)+ asimiladores de fosfatos (HP2raiz) con un diámetro de (2.99 mm), seguido por *Trichoderma asperellum* (Ta) + *Streptomyces griseus* (A15) (2.87 mm) y *Trichoderma asperellum* (Ta)+ *Penicillium* sp (HBCO)+ Asimiladores de fosfatos (HP2raiz) (2.8 mm). Se observó un incremento de hasta el 21 % con respecto al testigo absoluto, lo que sugiere un efecto sinergista de la combinación de BIF+ HP2raiz. Lo que indica que la aplicación de estos tratamientos mejora el diámetro de las plantas dando como resultado una mayor resistencia al acame al tener un mayor soporte de la carga de frutos.

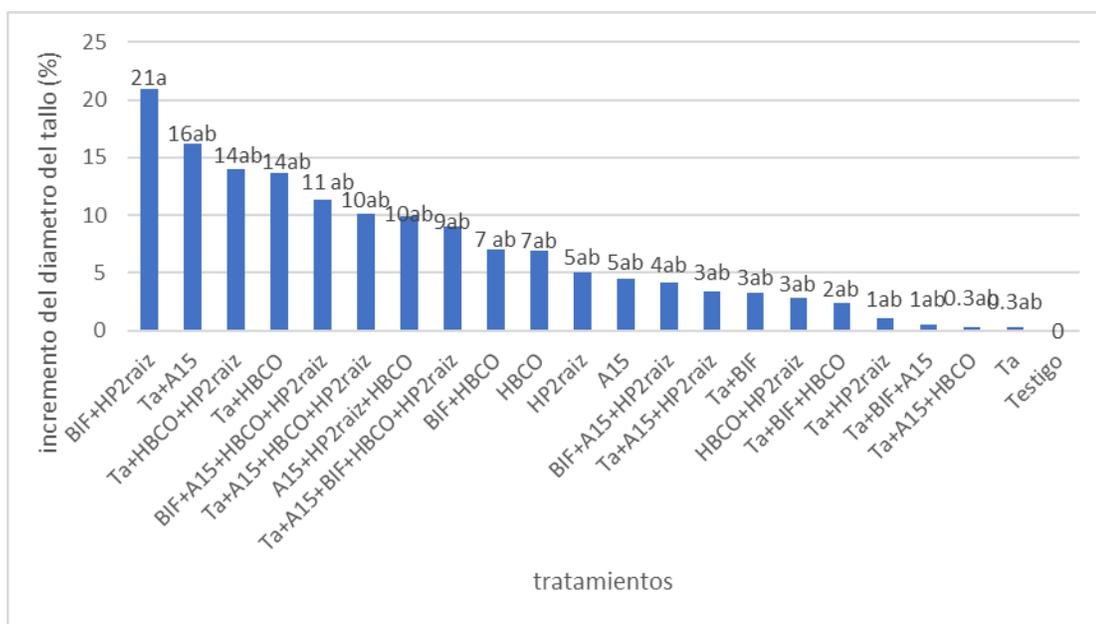


Figura 5. Diámetro de las plantas de chile serrano por efecto de las siguientes mezclas. *Trichoderma* (Ta), *Streptomyces* (A15), *Bacillus* (BIF), *Penicillium* (HBCO), Asimiladores de fosfatos (HP2 raíz).

En la presente investigación encontramos que las mezclas donde se involucra *T. asperellum* se aumenta el desarrollo de las plantas de chile serrano Tampiqueño 74, lo cual concuerda con el trabajo realizado por Tímea y Feren, (2011), al exponer en su trabajo que la aplicación de la cepa de *T. asperellum* aumentó la altura de las plantas de pimienta entre 12-15 % y el rendimiento entre el 25-35 % durante el primer año del experimento, mientras que al siguiente año la altura de las plantas se incrementó en 11-18 %. Por otra parte, se reporta que *Penicillium* spp., como biofertilizante, tiene un efecto promotor de crecimiento de las plantas de arroz en condiciones de campo, esto se demostró al confrontar plantas tratadas con el hongo y los controles (sin aplicación del hongo) exponiéndose el aumento en el crecimiento de las plantas. Lo anterior permite inferir la existencia de otros beneficios asociados al uso de estos biofertilizantes como principio activo de este hongo (Loon, 2007). Otros autores observaron que el mayor diámetro del tallo se produjo en las plantas de tomate tratadas con *Trichoderma asperellum*, además, se evaluaron en este mismo cultivo algunas bacterias aisladas de rizosfera de chile y una cepa de *Streptomyces* sp., las cuales tuvieron un efecto promotor de crecimiento vegetal, en este mismo cultivo, observando incremento en el número total de frutos y mientras que en campo con la combinación de bacterias se obtuvieron los mejores resultados en el peso de fruto (Dattat *et al.*, 2011).

La combinación de microorganismos se provoca un efecto benéfico en el crecimiento de las plantas, esto se reporta al combinar a *Trichoderma asperellum* y *Streptomyces* spp., teniendo plantas vigorosas lo que pudo influir en los parámetros de altura, diámetro de tallo, número de hojas y masa fresca aérea. Por lo tanto, sería conveniente su uso en la producción protegida de hortalizas, específicamente en el cultivo del tomate (Martínez, 2013).

Gupta *et al.*, (2000) quienes trabajaron en el cultivo de tomate tratado con *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* sp y Asimiladores de fosfatos, encontraron que el solubilizar de fosfatos se promueve el incremento de la altura de la planta y acelera la germinación de las semillas, además, controlan a *Fusarium* spp. al inducir la resistencia sistémica en las plantas.

## CONCLUSION

El uso de microorganismos *Trichoderma* (Ta), *Bacillus* (BIF), *Streptomyces* (A15), *Penicillium* (HBCO) y Asimiladores de fosfatos (HP2raiz) en combinaciones favorecen el aumento en el crecimiento de las plantas de chile serrano variedad tampiqueña 74 bajo las condiciones de invernadero de Saltillo, Coahuila, México.

## BIBLIOGRAFIA

- Adsul M, Bastawde K, Varma A, Gokhale D. (2007). Strain improvement of *Penicillium* spp NCIM 1171 for increased cellulase production. *Bioresource Technology* 98: 1467-1473.
- Alonso, R. A., Ponce, P., Quiroga, R., Rosales, M. A., Zuart, J. L., Moya, C., & Cabrera, A. (2008). Evaluación in situ de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum* spp.) en la región Frailesca del estado de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales*, 29(2), 49-55.
- Anaya R., S., Romero N., J. (1999). Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editoriales trillas, s.a de c.v. México, d.f. pp. 40-44; 128-131; 149-162.
- Bautista, M.N. (.2006). insecto plaga una guía ilustrada para su identificación. Colegio de posgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. De. México. Pp. 113.
- Benítez T, Rincón A.M., Limón M.C, Codón A. (2004). Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*.7: 249-260.
- Benítez, T., J. Delgado, M. Rey y M.C. Limón (2004). Biofungicidas: *Trichoderma* as a biocontrol agent against phytopathogenic fungi. En: Pandalai SG (ed), pp. 129-150. *Recent developments in microbiology*. Vol. 2. Research Signpost, Trivandrum.
- Bruna, A. (2006). Enfermedades del tomate en Chile, estrategias de manejo integrado. En: Saavedra, G. y González, M. *Producción para Tomate para Procesamiento*. Serie Actas N° 32. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 108 p.
- Calvo P., y D. Zúñiga. 2010. Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizosfera de papa (*Solanum tuberosum*). *Ecología. Aplicada*. 9: 31-39.
- Camero, L.M., (2012). Manual picudo del chile. Centro de Investigación Noreste. Instituto Nacional de investigaciones, Forestales y Pecuarias pág. 4.

- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. 14: 15-31.
- Castaños C. M (1993). Horticultura manejo simplificado Edición de la Universidad Autónoma de Chapingo México.pp 35-40
- Chatli A.S., Beri V. Sidhu B.S. (2008). Isolation and characterisation of phosphate solubilising microorganisms from the cold desert habitat of *Salix alba* Linn. in trans Himalayan region of Himachal Pradesh. Indian Journal of Microbiology. 48: 267-273.
- Damián, G.J. (2015). Manejo del Picudo del Chile. Conferencia del diplomado en Horticultura Protegida. Editoriales trillas, s.a de c.v. México
- Gao, P. & Huang, Y. (2009). Detection, Distribution, and Organohalogen Compound Discovery Implications of the Reduced Flavin Adenine Dinucleotide Dependent Halogenase Gene in Major Filamentous Actinomycete Taxonomic Groups. Applied and Environmental Microbiology. (75): 4813–4820.
- Gaona E. B. (2007). Hongos asociados con la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L.) en la comarca Lagunera Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. 46p.
- Garza, U. E. (2001). (B) el minador de la hoja *Liriomyza* spp y su manejo en la planicie huasteca. INIFAP. CIRNE. Campo experimental Ebano. Folleto técnico Num. 4 San Luis Potosí S.LP., México. 15 p.
- Gómez, D. E. y Reis, E. M. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. Pp. 6-17.
- Hermosillo M. A .,J. González S., M. Romero., A. Lujan S., A. Hernández. (2008). Relación genética de materiales experimentales de chile tipo chilaca con variedades comerciales. Revista Chapingo. 14 (3): 301
- Hong Sun, M., Gao, L., Shi, Y., Li, B. & Liu, X. (2006). Fungi and actinomycetes associated with *Meloidogyne* spp. Eggs and females in China and their biocontrol potential. (93): 22–28

Howell CR et al (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis* 87:4-110

Infoagro, (2003). El cultivo del pimiento  
<http://www.infoagro.com/hortalizaspimientos.asp>.

Jiménez S.H; Bonifacio F.A. (2008). Control químico contra la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) en el valle de Tixtla Guerrero. México. 5p.

Loon LC. (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology* 119: 243-254.

López, A. (2007). Pruebas de eficiencia in vitro y bajo invernadero de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de Phytophthora infestans en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* para establecer un banco de microorganismos. Sangolqui-Ecuador. Pp. 4-10

López M., M. Y Gastelum. (2003). La importancia las enfermedades en los cultivos de tomate y chile y su manejo. Diagnóstico y manejo de las principales plagas de tomate y chile. Fundación produce Sinaloa A.C. pp 66-70

Martínez, de la C.J, Moreno C.E. (2010). Manual técnico del manejo del chile en campo abierto. Monterrey N.L.pp.11.Editorial trillas.

Martínez B, Infante D, Reyes Y. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev Protección Veg.* 2013;28(1 ):1-9.

Méndez, Leticia. (2012). "caracterización de híbridos de chile (*Capsicum annuum* L). bajo condiciones de sombreadero en la region lagunera" Tesis de ingeniero agrónomo en horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón. Coahuila. México Pp. 7.15.16.

Miransari M. (2011). Soil microbes and plant fertilization. *Appl Microbiol Biotechnol* 92: 875-885.

Montes Hernández, S. (2010). Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México. Informe Final. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. pp 42-50.

Morales A., L. (2002.) Diagnóstico de las enfermedades foliares que afectan arboles del campus de la Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. 60 p.

Nuez, V.F.; Ortega, G.R. y Costa, G.J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. 1996. Ediciones mundi-prensa. Primera edición. Pp.23- 26.

Sánchez C., M. (2001). Manejo de enfermedades del tomate “Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa”. Guadalajara. Jalisco México. Pp 22-38.

Sánchez, Elba Marcela. (2007). Evaluación de diferentes dosis de biopreparado a base de algas marina en plantas de chile bajo condiciones de invernadero obregon, Sonora. Instituto tecnológico de Sonora. Pp39-45.

Santos J., P. (2010). Estrategias para el control de *Phytophthora capsici* y *Fusarium solani*. En el cultivo del chile (*Capsicum annuum*). Tesis de Maestría. Colegio de posgraduados, Instituto de enseñanza e investigación en ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. De Mexico.62 pp.

Scervino JM, Mesa MP, della Mónica I, Recchi M, Moreno NS, Godeas A. (2010). Soil fungal isolates produce different organic acid patterns involved in phosphate salts solubilization. pp755-763.

Soto, A., P. y J. Apablaza. (2002). Parasitismo de *Encarsia formosa* en ninfas de *Trialeurodes vaporariorum*. pp153-157.

Sousa, C.d.S., soares, A.C.F., Garrido, M.d.s., (2008). Characterization of *Streptomyces* with potential to promote plant growth and biocontrol. Scientia Agrícola 65; 50-55.

Tímea Bíró-Stingli, Ferenc Tóth (2011). The effect of trifender (*Trichoderma asperellum*) and the nematode-trapping fungus (*Arthrobotrys oligospora* Fresenius) on the number of the northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood) in green pepper. *Journal of Plant Protection Research.*;51(4):371-376.

Torres-Pacheco, I., Garzón-Tiznado, J. A., Brown, J. K., Becerra-Flora, A., & Rivera-Bustamante, R. F. (1996). Detection and distribution of geminiviruses in Mexico and the southern United States. *Phytopathology*, 86(11), 1186-1192.

Valadez JA. (1992) producción de hortalizas ed. Limusa. México pp 67-168.

Velásquez, Rodolfo, Luis Roberto Reveles y Manuel Reveles. (2013). Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México.

Villegas M. *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. (2005). Disponible

en: <http://www.oriusbiotecnologia.com/tecnica/128-trichoderma-pers-caracteristicas-y-su-potencial-biológico-en-la-agricultura-sostenible> Consultado: 11 de marzo 2010.

## ANEXOS

Resultados en datos agronómicos de altura, hoja y diámetro en cultivo de chile serrano.

Microorganismos	Altura	Hojas	Diámetro
Ta+A15+BIF+HBCO+HP2raiz	19.5 <sup>a</sup>	17.3a	2.6ab
A15+HP2raiz+HBCO	19.1ab	21.0a	2.7ab
Ta+A15	18.7abc	21.5a	2.8ab
BIF+HBCO	18.3abc	18a	2.6ab
Ta+A15+HP2raiz	18.2abc	18.5a	2.5ab
Ta+HBCO	18.1abc	21.5a	2.8ab
BIF+HP2raiz	17.9abc	18.5a	2.9a
BIF+A15+HBCO	17.8abc	14.7a	2.2b
A15+HBCO	17.8abc	16.1a	2.4ab
Ta+HBCO+HP2raiz	17.6abc	20.4a	2.8ab
HBCO	17.5abc	18.3a	2.6ab
Ta+BIF	17.3abc	16.4a	2.5ab
Testigo	17.3abc	17.8a	2.4ab
HP2raiz	17.2abc	19.8a	2.5ab
A15+HP2raiz	17.1abc	14.1a	2.4ab
Ta+BIF+A15	17.1abc	18.1a	2.4ab
Ta+BIF+HBCO	16.9abc	16.8a	2.5ab
Ta+A15+HBCO+HP2raiz	16.6abc	19.2a	2.7ab
Ta+BIF+HP2raiz	16.4abc	15.9a	2.3b
BIF+A15+HBCO+HP2raiz	16.1abc	20 <sup>a</sup>	2.7ab
Ta+A15+HBCO	16.1abc	16.3a	2.4ab
HBCO+HP2raiz	16.1abc	18.8a	2.5ab
A15	16.0abc	20.0a	2.5ab
Ta+BIF+A15+HP2raiz	15.9abc	13.4a	2.4ab
BIF+A15+HP2raiz	15.7abc	18.5a	2.5ab
BIF	15.4abc	16.7a	2.3b
Ta	15.2abc	17.2a	2.4ab
Ta+HP2raiz	14.6abc	15.8a	2.4ab
BIF+A15	14.3bc	15.6a	2.3ab
Ta+BIF+A15+HBCO	13.9c	15.7a	2.3b