

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE AGENTES MICROBIANOS COMO PROMOTORES
DEL CRECIMIENTO Y ANTAGONISTAS DE LA MARCHITEZ DEL
CHILE (*Capsicum annum* L.).**

Por:

RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN DE AGENTES MICROBIANOS COMO PROMOTORES DEL
CRECIMIENTO Y ANTAGONISTAS DE LA MARCHITEZ DEL CHILE
(*Capsicum annum* L.).

PRESENTADA POR:

RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

Presidente del jurado

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Vocal

Dr. Francisco Daniel Hernández
Castillo

Vocal

Dr. Melchor Cepeda Siller

Vocal

M.C. Claudio Ríos Velasco

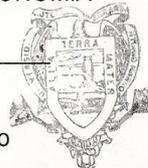
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Que me dio vida, salud y las fuerzas necesarias para lograr mis metas que me voy proponiendo en cada etapa de mi vida, y darme la oportunidad de compartir con mi familia y seres queridos, para lograr mis mayores anhelos.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO. Por todo lo que de ella recibí y lograr llegar a cumplir mi deseo de formarme como profesionista.

AL Dr. GABRIEL GALLEGOS MORALES. Quien compartió de sus conocimientos para brindarme una importante asesoría para realizar la presente investigación.

AL Dr. FRANCISCO DANIEL HERNÁNDEZ CASTILLO. Por sus conocimientos aportados para la realización del trabajo.

AL Dr. MELCHOR CEPEDA SILLER. Por su gran apoyo a lo largo de mi formación profesional y realización del presente trabajo.

AL M.C. CLAUDIO RÍOS VELASCO. Por su gran apoyo en la realización y revisión de mi trabajo de investigación.

A MIS MAESTROS. Que compartieron a lo largo de mi formación profesional que gracias a sus grandes conocimientos, todos y cada uno de nosotros es un paso importante en nuestra vida.

A MI AMIGA. Rebeca González Villegas, quien fue de gran apoyo para la revisión de mi trabajo.

A GREENCORP BIORGANIKS Y CONACYT. Gracias por su gran apoyo que me brindo, con el cual logre terminar mi trabajo y poder sobresalir en la vida profesional.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

JOAQUIN ORTIZ PEREZ

y

JUANA MARTÍNEZ MAYA

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituye la herencia más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido. Gracias por creer en mí, los amo, son todo para mí, más que unos padres, mis amigos de la vida.

A MIS HERMANOS:

PEDRO

VERONICA

Por su confianza y apoyo que me brindaron para terminar mis estudios y por la motivación que siempre tuve de parte de ellos, para llegar a la meta.

A MIS ABUELITOS:

LUCIANO ORTIZ NAVARRETE

y

MARIA PEREZ GOMEZ

Por que han sido mis segundos padres, que con sus sabios consejos y su gran cariño logre ser una persona con grandes metas. Gracias por su gran apoyo.

A MI NOVIA:

YICELY YADIRA MARTÍNEZ MARCIAL

Por el amor y el apoyo que me ha brindado a lo largo de esta etapa de mi vida y que a pesar de la distancia ha estado en todo momento conmigo.

A TODOS LOS AMIGOS (A):

A todos los de la generación CVI, los cuales siempre han sido parte de mi formación y con los cuales he vivido grandes experiencias. Gracias por su apoyo y amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS -----	ix
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE -----	x
INTRODUCCIÓN -----	1
REVISIÓN DE LITERATURA -----	3
Generalidades del Cultivo-----	3
Origen y Distribución-----	3
Importancia Económica-----	3
Clasificación Taxonómica-----	3
Descripción Botánica-----	4
Raíz-----	4
Tallo-----	4
Hojas-----	4
Flores-----	4
Fruto-----	5
Semilla-----	5
Aspectos Climáticos y Edafológicos-----	5
Temperatura-----	5
Humedad-----	6
Luminosidad-----	6
Suelo-----	6
Variedades y/o Cultivares-----	7
Plagas del Cultivo de Chile-----	7
Enfermedades del Cultivo de Chile-----	7
Daños Ocasionados por Enfermedades-----	8
Principales Hongos que Ocasionan la Marchitez de Chile-----	8
<i>Phytophthora capsici</i> -----	8
Clasificación Taxonómica -----	8
Distribución-----	9
Daños e Importancia Económica -----	9

Características Morfológicas -----	9
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad-----	9
Síntomas-----	10
Ciclo de la Enfermedad-----	10
<i>Fusarium oxysporum</i> -----	11
Clasificación Taxonómica-----	11
Distribución -----	11
Daños e Importancia Económica -----	11
Características Morfológicas -----	12
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad-----	12
Síntomas-----	12
Ciclo de la Enfermedad -----	13
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn-----	13
Clasificación Taxonómica-----	13
Distribución -----	13
Daños e Importancia Económica -----	14
Características Morfológicas -----	14
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad-----	14
Síntomas-----	14
Ciclo de la Enfermedad -----	15
Métodos de Control de la Marchitez del Chile-----	15
Cultural-----	15
Genético-----	16
Químico-----	16
Biológico-----	16
Antecedentes e Importancia del Control Biológico-----	17
Características del Género <i>Bacillus</i> -----	18
Aislamiento de Bacterias del Género <i>Bacillus</i> -----	18

<i>Bacillus subtilis</i> -----	18
Uso del Género <i>Bacillus</i> Como Antagonista-----	19
Genero <i>Trichoderma</i> -----	19
Mecanismos de Acción-----	20
MATERIALES Y MÉTODOS -----	21
Ubicación del Área Experimental-----	21
Tratamientos Evaluados-----	21
Obtención de Material Biológico-----	22
Aplicación de Tratamientos-----	22
Toma de Datos-----	23
Diseño Experimental-----	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	25
Resultados Obtenidos en Invernadero-----	25
Altura de la Planta y Diámetros de la Base del Tallo-----	25
Pesos y Número de Frutos por Planta-----	26
Medidas por Calidad-----	28
Longitud-----	28
Peso Total de Calidades-----	28
Resultados Obtenidos en Campo-----	29
Peso de Frutos por Planta e Incidencia de la Enfermedad en Campo-----	29
CONCLUSIONES -----	32
LITERATURA CITADA -----	33
APÉNDICE -----	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Temperaturas para el cultivo de chile.....	6
2. Tratamientos evaluados en condiciones de invernadero.....	21
3. Efecto de los tratamientos en el desarrollo de la planta y diámetro de tallo de chile jalapeño var. triunfo a diferentes fechas después del trasplante bajo condiciones de invernadero.....	26
4. Efecto de los tratamientos en la producción y número de frutos por planta en chile jalapeño var. triunfo a diferentes fechas después del trasplante bajo condiciones de invernadero.....	27
5. Efecto de los tratamientos microbianos en la calidad del fruto (valores de longitud expresados en mm).....	28
6. Efecto de los tratamientos en la producción de chile (expresado en kg) en relación a calidad (primeras, segundas y terceras) en todos los cortes de chile jalapeño var. triunfo en condiciones de invernadero.....	29
7. Efecto de los tratamientos en el peso del fruto por planta (expresado en g) de chile ancho caballero a diferentes días después del trasplante bajo condiciones de campo.....	30
8. Efecto de los tratamientos, en la incidencia de la enfermedad en plantas de chile ancho, a los 95, 104 y 123 días después del trasplante, bajo condiciones de campo.....	30

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro	Pág.
1. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 5 días después del trasplante (ddt).-----	37
2. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 37 ddt.-----	37
3. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 55 ddt.-----	37
4. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 5 ddt.-----	37
5. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 37 ddt.-----	38
6. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 55 ddt.-----	38
7. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 109 ddt.-----	38
8. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 80 ddt.-----	38
9. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 98 ddt.-----	39
10. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 115 ddt.-----	39
11. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 80 ddt.-----	39
12. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 98 ddt.-----	39
13. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 115 ddt.-----	40
14. Análisis de varianza, de calidad primera a los 80 ddt.-----	40
15. Análisis de varianza, de calidad primera a los 98 ddt.-----	40

16. Análisis de varianza, de calidad primera a los 115 ddt.-----	40
17. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 80 ddt.-----	40
18. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 98 ddt.-----	41
19. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 115 ddt.-----	41
20. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 80 ddt.-----	41
21. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 98 ddt.-----	41
22. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 115 ddt.-----	41
23. Efecto de los tratamientos (valores de longitud expresados en mm) en la calidad (primera, segunda y tercera) de frutos de chile jalapeño var., triunfo a los 80, 98 y 115 días después del trasplante bajo condiciones de invernadero.-----	42
24. Análisis de varianza, de la calidad agrupando los tres cortes.-----	42
25. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 95 ddt.-----	42
26. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 104 ddt.-----	42
27. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 123 ddt.-----	43
28. Análisis de varianza, de incidencia de la marchitez del chile durante el ciclo del cultivo-----	43

INTRODUCCIÓN

Una de las especies hortícolas de mayor importancia a nivel mundial, por su amplia distribución y su enorme capacidad de adaptación es el chile. México ocupa el segundo lugar en la producción de este cultivo, y ocupa el primer lugar en exportación a países como Estados Unidos y Canadá, lo que permite una gran entrada de divisas a nuestro país. La importancia de este cultivo ha impulsado a los investigadores a que proporcionen las mejores y más sofisticadas herramientas para un mejor manejo, que permita obtener un producto de mayor excelencia (SIAP, 2009).

En nuestro país existe una gran diversidad de chiles en cuanto a forma, sabor color, tamaño y picor. Este cultivo es de gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera durante los dos ciclos agrícolas anuales, reportándose una demanda de 120 a 150 jornales/ha (Valadéz, 1996).

Los principales estados productores de chile en México son: Chihuahua, Zacatecas, Sinaloa, San Luís Potosí, Michoacán, Jalisco, Durango, Guanajuato, Baja California Sur y Veracruz, entidades que concentran más del 50 % de la superficie sembrada y cosechada, así como el 60 % de producción (SIAP, 2009).

El cultivo de chile durante su ciclo de vida es limitado por una gran cantidad de agentes que disminuyen la producción; dentro de estos encontramos una amplia gama de enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y fitoplasmas. Una de las principales enfermedades encontradas en este cultivo son las que atacan al sistema radical, como es la secadera del chile, que ocasiona una pérdida considerable en la producción del cultivo. El daño de la secadera del chile se relaciona principalmente a *Phytophthora capsici*, en la actualidad se conoce que se encuentran asociados otros fitopatógenos como: *Fusarium oxysporum* y *Rhizotocnia solani*.

El uso de microorganismos puede tener un potencial considerable como agentes de biocontrol o como biofertilizantes. Considerando a las bacterias, su potencial y sus aportaciones en el desarrollo de la planta, se pudiera emplear al género *Bacillus* sp., como una de las alternativas más viables en el cultivo de chile para el manejo de la secadera. Considerando las grandes ventajas del empleo del

control microbiano de fitopatógenos, aunado la facultad de biosintetizar precursores de crecimiento se plantearon los siguientes objetivos: 1) Determinar el efecto de promoción del crecimiento en el cultivo del chile (*Capsicum annum* L.) de *Bacillus subtilis* (J-1), *Bacillus amyloliquefasciens* (BCC-1), de manera individual, así como el producto comercial a base de mezclas de estos dos géneros (Best Ultra S) en comparación con la aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* y 2) Determinar el efecto antagonista sobre el control de la enfermedad conocida como la marchitez del chile en condiciones de invernadero y campo.

HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento promoverá el crecimiento, desarrollo y producción del chile, y reducirá los daños provocados por los patógenos que ocasionan la marchitez del chile.

Palabras clave: Control biológico, Antagonismo, Antibiosis, *Bacillus* spp., *Trichoderma harzianum*

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen y Distribución

El centro de origen del chile son las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de más de 7,000 años de donde se diseminó a toda América. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción a Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial en Oriente y Occidente (Valadez, 1996).

Se han encontrado restos de este cultivo en el valle de Tehuacán, Puebla con una antigüedad de 5000 y 7000 años A.C. Aunque se cree que el chile pudo haber sido el primer cultivo domesticado en Mesoamérica. En la actualidad el cultivo se encuentra en todo el mundo; México es uno de los países que tiene mayor producción (Ceballos, 2001).

Importancia Económica

La importancia de este cultivo radica principalmente en la superficie sembrada y la cantidad de producción, siendo México el principal proveedor de esta hortaliza a los Estados Unidos y Canadá, generando una gran entrada de divisas para nuestro país. El éxito del pimiento consiste en que es un cultivo con tres destinos de consumo: en fresco, seco y para conserva (Pozo, 1983).

Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Pérez *et al.* (1997), el cultivo de chile se ubica dentro de la siguiente posición taxonómica.

División..... Angiospermae
Clase..... Dicotiledónea
Orden..... ..Tubiflorae
Familia..... Solanaceae
Género.....*Capsicum*
Especie.....*C. annum*

Descripción Botánica

El chile es una hortaliza que se produce en dos ciclos: otoño–invierno y primavera–verano, es una planta anual en zonas templadas y perenne en zonas tropicales, es una herbácea muy variable (Pérez *et al.*, 1997).

Raíz

El sistema radicular es pivotante y profundo, dependiendo de la textura del suelo, puede llegar a medir de 0.70 a 1.20 m, y lateralmente hasta 1.20 m; aunque la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm (Cortez, 1992).

Tallo

De crecimiento limitado y erecto puede variar de 0.5 a 1.5 m, a partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas y así sucesivamente) (Zapata *et al.*, 1992).

Hojas

Simples y de tamaño variable de 1.5 a 12 cm de largo y 0.5 a 7.5 cm de ancho con limbo entero o sinuado, plano o redondo, pedunculadas y el peciolo mide 0.5 a 7.5 cm de longitud. (Valadez, 1996).

Flores

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es

autógama, aunque pueden presentar alogamia que no supera el 10 % (Valadez, 1996).

Fruto

Baya jugosa, inflada y suboblarga con dos o tres lóbulos incompletos, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 g (Montoya, 1992).

Semilla

De tamaño mayor que la del jitomate, son redondeadas, ligeramente reniformes, lisas, sin brillo de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm (Pérez *et al.*, 1997)

Aspectos Climáticos y Edafológicos

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Baños *et al.*, 1991).

Temperatura

Es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena). La temperatura media diaria debe ser 24 °C, los días de emergencia son de 8 a 10. A temperaturas por debajo de 15 °C el crecimiento es lento y a 10 °C el desarrollo del cultivo se paraliza, con temperaturas superiores a los 35 °C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco (Valadez, 1996).

Cuadro 1. Temperaturas para el cultivo de chile

Fases del Cultivo	Temperatura (° C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día)	15	32
	16-18 (noche)		
Floración y fructificación	26-28 (día)	18	35
	18-20 (noche)		

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %, la Humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados. Durante las primeras fases de desarrollo precisa y tolera una humedad relativa mas elevada que en fases posteriores (Zapata *et al.*, 1992).

Luminosidad

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Zapata *et al.*, 1992).

Suelo

El cultivo del chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos de 30 a 60 cm de profundidad, francos arenosos, franco limosos o franco arcillosos con alto contenido de materia orgánica y bien drenados. El chile se adapta y desarrolla en suelos con pH de 6.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 es necesario hacer enmiendas. Por debajo o arriba de los valores indicados no es recomendable sembrar porque afecta la disponibilidad de los nutrientes. Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado (Cano, 1994).

Variedades y/o Cultivares

En México para el cultivo del chile se suelen utilizar variedades locales, aunque también se utilizan cultivares e híbridos procedentes de EEUU (Nuez *et al.*, 2003). Entre las variedades locales, las más comunes de acuerdo con el INIFAP son; Jarocho y Papaloapan del tipo Jalapeño, Cotaxtla, Veracruz S-69, Tampiqueño, Panuco y Altamira del tipo Serrano, Verdeño, Esmeralda y 1020 del tipo Ancho, V-2 y Roque del tipo Mulato, Apaseo y Salvatierra del tipo Pasilla, Loreto y Real Mirasol del tipo Guajillo y Uxmal del tipo Habanero. Los tipos de chiles más importantes, del tipo picante, a nivel nacional son los anchos (Poblano, Mulato), Jalapeño (Jalapeño típico, Candelaria y Espinalteco), Serrano y Mirasol (Guajillo o Cascabel).

Plagas del Cultivo del Chile

Entre las más importantes tenemos; Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), Picudo del chile (*Anthonomus eugeni*), Araña roja (*Tetranychus urticae*), Pulgón verde (*Myzus persicae*), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), Chinche verde (*Nezara viridula*), Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*), Gusano soldado (*Spodoptera exigua*), Gusano medidor (*Chrysodeixis chalcites*), Gusano trozador (*Agrotis* spp.), Pulga saltona (*Epitrix cucumeris*), Gusano del fruto (*Heliothis zea*), Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), Diabrotica (*Diabrotica* spp.), Nematodos (*Meloidogyne* spp.) (Soria, 1993).

Enfermedades del Cultivo de Chile

Entre las más importantes tenemos; Marchitez del chile o secadera provocada por *Phytophthora capsici*, Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*), Fusarium (*Fusarium oxysporum*), Marchitez por verticillium (*Verticillium dahliae*), Pudrición por Alternaria (*Alternaria* sp.), Tizón sureño (*Sclerotium rolfsii*), Antracnosis (*Colletotrichum capsici*), Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*), Virus del mosaico del pepino (VMP), Virus del mosaico del tabaco (VMT) (Agrios, 1998).

Daños Ocasionados por Enfermedades

El daño causado por enfermedades en las plantas se observa a simple vista y es consecuencia del desarrollo de microorganismos dentro de ellas. Los patógenos consumen los alimentos de la planta y producen sustancias tóxicas que interfieren en su funcionamiento llegando a ser crónica o letal (Productores de Hortalizas, 2004).

Principales Hongos que Ocasionan la Secadera del Chile

Hongos fitopatógenos del suelo, responsables de las pudriciones radicular o del cuello del cultivo del chile, que ocasionan los marchitamientos, secaderas, ahogamientos o damping-off son; *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizotocnia solani* y *Verticillium* spp. (Martínez y González, 1993).

***Phytophthora capsici* Leonnian.**

Esta enfermedad es muy común en plantaciones de chile y otros cultivos en México como Cucurbitáceas y Solanáceas la cual ocasiona grandes pérdidas a los agricultores (García, 1980). En México el 40 % de las plantas mueren a causa de esta enfermedad, aparece principalmente cuando existen altas temperaturas y suelo húmedo (Meza, 1965)

Clasificación Taxonómica

Alexopoulos *et al.* (1996), ubican a este género en la siguiente posición taxonómica.

Reino..... Stramenopila
 Phylum..... Oomycota
 Clase..... Oomycetes
 Orden..... Peronosporales
 Familia..... Pythiaceae
 Género..... *Phytophthora*
 Especie..... *P. capsici*

Distribución

P. capsici fue encontrada por primera vez en Nuevo México, Estados Unidos de América por Leonnian (1922), atacando a cultivos de pimiento; después este hongo fue descubierto en otros hospederos, como *Capsicum annum*. Provoca daños en cualquier parte de la planta y estado de desarrollo. La podredumbre del cuello y la subsiguiente marchitez brusca, son los síntomas más característicos (Romero, 1993).

Daños e Importancia Económica

Ocasiona daños hasta en un 80 % en zonas productoras de chile: en el Bajío, Aguascalientes y San Luís Potosí. (Mendoza, 1999).

Características Morfológicas

Phytophthora capsici presenta micelio muy ramificado, liso o con hinchamientos; colonia de apariencia finamente radiada; es una especie heterotálica, forma esporangioforos simples o con ramificación irregular, gruesos, robustos, y con un hinchamiento cercano a la base del esporangio; esporangios deciduos, de forma muy variable, predominando los ovoides, elípticos, ovalo- alargados y globosos, con una papila conspicua o inconspicua en el centro, de 28 a 123 μ de largo por 21 a 50 de ancho; clamidosporas ausentes; oogonios esféricos a subesféricos de paredes lisas terminales; anteridios claviformes, terminales, anfiginios, de 2 a 21 μ de largo por 12 a 17 μ de ancho; oosporas generalmente appleróticas, esféricas a subesféricas, con pared gruesa y lisa, de color amarillo a castaño, de 24 a 26 μ de diámetro (Romero, 1996).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad.

Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de este patógeno son: alta humedad del suelo y temperaturas frescas. Esta enfermedad se presenta con mayor incidencia en las últimas etapas de desarrollo del cultivo, o sea en el

periodo de fructificación y maduración del fruto, el cual coincide con la época en que presentan con mayor frecuencia (Mendoza y Pinto, 1985).

Romero (1988), menciona que bajo una temperatura optima de 25 a 28 °C y alta humedad, *Phytophthora capsici*, es un hongo sumamente peligroso, puede destruir campos enteros de Chile en un tiempo corto, debido a su gran velocidad de crecimiento y abundante esporulación.

Síntomas

Las plantas infectadas presentan un marchitamiento de las hojas sin cambios en su color, las cuales finalmente quedan colgadas de los pecíolos. En la base del tallo aparece una mancha marrón verdusca, que se ennegrece de acuerdo con el grado de necrosis de los tejidos y lignificación de la planta. Las raíces y tallos afectados muestran una pudrición suave, acuosa e inodora. Los frutos anticipan su cambio a color rojo y se arrugan. Los tallos continúan erguidos con las hojas colgantes y los frutos secos y arrugados. El síndrome se origina por la obstrucción de los haces vasculares. En campo se puede observar en el mismo lote manchones de plantas con amarillamiento, defoliación, caída de flores y finalmente muerte de la planta. Los tejidos internos de la raíz y los tallos son pardo oscuros y las lesiones externas corresponden a cáncer hundido que estrangulan el tallo en forma gradual (Romero, 1988).

Ciclo de la Enfermedad

Las oósporas son la única fuente de inóculo primario y sobrevive en el suelo por más de dos años en ausencia de hospedante. El micelio es una fuente importante de inóculo secundario. La enfermedad se presenta generalmente después del trasplante y cuando las lluvias y el mal drenaje permiten su desarrollo. Las infecciones en el cuello de la planta son debidas a que las zoosporas del hongo son llevadas por el agua e inician la infección por las heridas o lenticelas. El marchitamiento se debe a una secreción de toxinas del hongo y el taponamiento de los vasos conductores. Las lesiones de las ramas y las hojas son debidas al inóculo diseminado por el salpique de agua de lluvia. El hongo sobrevive de una estación a

otra en los residuos de cosecha, los esporangios se forman en la base del tallo, los cuales liberan zoosporas que son acarreadas por el agua a otras plantas, el inoculo queda en residuos de cosecha, como oósporas en las semillas atacadas o en el suelo como micelio u oósporas, que al ciclo siguiente germinan e infectan de nuevo a la planta (Messiaen *et al.*, 1995).

Fusarium oxysporum

La fusariosis es una enfermedad vascular del chile capaz de acabar totalmente con el cultivo en pocas semanas sin poder hacer prácticamente nada; esta enfermedad es causada por el hongo *Fusarium* spp. (Zapata *et al.*, 1992)

Clasificación Taxonómica

Alexopoulos *et al.* (1996) sugieren que este género es considerado como un estado asexual de un hongo de la clase Ascomycetes del Reino Fungi.

Distribución

Fusarium oxysporium es la especie mas ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura, afecta una amplia gama de plantas en todo el mundo, numerosos cultivos son susceptibles a este hongo: jitomate, papa, chile, frijol, chícharo, cebolla, col, rábano, pepino, melón, sandia, plátano, café, entre otros, es un excelente habitante del suelo por lo que ya establecido en el, permanece ahí indefinidamente (Romero, 1996).

Daños e Importancia Económica

Fusarium causa pudriciones de órganos vegetales, marchitamientos, "Damping-off" pudriciones basales y canceres de tallos; puede causar grandes perdidas especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones favorables de humedad (Mendoza y Pinto, 1985).

Características Morfológicas

Fusarium oxysporum tiene micelio septado hialino al principio, que se vuelve crema y amarillo, y llega a ser rosado en ciertas condiciones. El hongo produce tres tipos de esporas sexuales. Microconidios, que son ovales de una o dos células y son los únicos que produce el patógeno en el hospedero enfermo. Macroconidios son las esporas típicas de *Fusarium* en forma de media luna y con dos a cuatro septas. Estas esporas son producidas en esporodoquios. Las clamidosporas son esporas redondas en una o dos células y de paredes gruesas. Todos los tipos de esporas las produce el hongo en el suelo y en el cultivo (Mendoza y Pinto, 1985).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad.

Es un hongo saprofito sobre restos vegetales, contaminando a las plantas después de su plantación, siendo más factible la contaminación en suelos ligeramente ácidos y húmedos, pero casi siempre se desarrolla con *Verticillum*, tanto que, si se baja la temperatura para no favorecerlo, se activa el ataque de *Verticillum* y viceversa. El daño de *Fusarium* es más intenso a temperaturas de 21 a 33 °C; con menos de 21 °C o superiores a 33 °C, el hongo se desarrolla más lentamente. Su crecimiento y reproducción son mayores con temperaturas de suelo alrededor de 27 a 29 °C, las plantas mueren de dos a cuatro semanas después de la infestación (Mendoza y Pinto, 1985).

Síntomas

El síntoma causado por *Fusarium* se caracteriza por el achaparramiento de la planta, clorosis y finalmente muerte de la planta mostrando también una coloración café en el xilema (Romero, 1996).

Los primeros síntomas de la enfermedad se notan por una ligera aclaración de las nervaduras de los folíolos jóvenes mas externos, después de la cual ocurre la epinastia de las hojas senescentes ocasionada por el debilitamiento de los pecíolos. Es mas frecuente que en las plantas adultas ocurra epinastia foliar y una previa aclaración de las nervaduras de las hojas antes de que produzca achaparramiento,

amarillamiento de las hojas inferiores, formación ocasional de raíces adventicias, marchitamiento de los tallos y hojas jóvenes, defoliación, necrosis marginal de las hojas persistentes y finalmente su muerte. Regularmente estos síntomas aparecen solo en uno de los costados de los tallos y avanzan hasta la parte superior de la planta hasta que destruye el follaje y ocasiona la muerte del tallo (Mendoza y Pinto, 1985).

Ciclo de la Enfermedad

El patógeno inverna en el suelo como micelio y como esporas, invade nuevas áreas debido a semilla infectadas, plántulas atacadas, suelos infestados, agua de riego, lluvia e implementos agrícolas contaminados. Una vez que el hongo se ha introducido al suelo puede vivir ahí indefinidamente. Su crecimiento y reproducción son mayores cuando la temperatura del suelo es de 27 a 29 °C. *Fusarium* penetra en el hospedero por las raicillas o por heridas producidas en el trasplante, labores de cultivo o daños causados por nematodos. Una vez dentro del huésped se establece, crece y se multiplica en los tejidos vasculares (Mendoza y Pinto, 1985).

***Rhizoctonia solani* Kühn**

Esta enfermedad es confundida comúnmente con la marchitez causada por *P. capsici* debido a la similitud en sus síntomas, sin embargo se ha identificado en los estados de Morelos, México y Guanajuato (Mendoza, 1996).

Clasificación Taxonómica

Alexopoulos *et al.* (1979) sugieren que este género corresponde a la fase asexual de un Basidiomicetes conocido como *Thanatephorus cucumeris*.

Distribución

Rhizoctonia solani es un patógeno de distribución mundial que ocasiona pérdidas importantes en la mayoría de las plantas perennes y anuales incluyendo casi todos los cultivos hortícolas que se desarrollan en el suelo. Dentro de las enfermedades comúnmente causadas por este patógeno está el llamado “damping-

off” o secadera de plántulas y la podredumbre de las raíces. Cabe destacar que para la mayoría de las hortalizas, no existe ningún fungicida efectivo contra esta enfermedad (Agrios, 1998).

Daños e Importancia Económica

Este hongo patógeno es de mucha importancia económica, pues afecta a un gran número de cultivos tanto en México, como en países latinoamericanos y a nivel mundial. En nuestro país afecta a cultivos de frijol, chile, cebada, algodón, tomate, papa, etc., causando serios daños durante cualquier estado de desarrollo de la planta (Agrios, 1998).

Características Morfológicas

Este hongo no produce conidias, el micelio es incoloro, cuando es joven, cuando envejece se torna café, es característica su ramificación en ángulo recto de 90° y constricciones muy marcadas en los septos, la ramificación se origina subterminalmente a donde termina la septo; desarrolla esclerocios café oscuros a negros de forma variable y frecuentemente pequeños (Romero, 1993).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad

Las condiciones que favorecen la incidencia de la enfermedad son el exceso de humedad en el suelo y temperatura alrededor 15 °C o mayores (Mendoza y Pinto, 1985).

Síntomas

En condiciones favorables el hongo ataca a las plantas antes de que emerjan o poco después de la emergencia. Las lesiones son hundidas y de tamaño variable, con coloraciones café canelas o café rojizo. Las áreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando el tejido atacado es grande, si las condiciones son favorables, las lesiones se extienden y adquieren un aspecto hundido, que puede llegar a cubrir toda la base del tallo y destruir raíces, debilitando a la planta o causándole un acentuado

amarillento. En las plantas de más de 15 cm de altura ocasiona marchitez, en las raíces se observan áreas necróticas que varían en tamaño de acuerdo con el desarrollo de la enfermedad. En partes aéreas se aprecian partes con clorosis, marchitez y por último la muerte. En la parte del cuello provoca una pudrición no compacta, por lo que se desprende fácilmente la epidermis, esto es diferente con *P. capsici* (Agrios, 1998).

Ciclo de la Enfermedad

Este hongo ocasionalmente produce estructuras de resistencia llamados microesclerocios como piedrecillas negras las cuales quedan adheridas a la raíz dando el aspecto de que estuviera impregnado de lodo. Se producen al inicio de las lluvias. En algunas plantas suculentas se puede observar el micelio como filamentos de color café o ámbar a la altura del cuello de la raíz. Esto lo diferencia de *Fusarium*; además que en *Fusarium* se puede observar estriaciones de color rosado en la raíz debido a que la epidermis se agrieta y se forman los conidios. *R. solani* sobrevive también en residuos de cosecha y se disemina por movimiento de suelo. Los esclerocios germinan entre 8 – 30 °C, con óptimo de 21 a 25 °C (Pernezny *et al.*, 2003).

Métodos de Control de la Marchitez del Chile

Cultural

Es aquel en que las practicas normales de un cultivo pueden ser utilizadas para reducir la incidencia de una enfermedad, y estas pueden ser muy variadas, las mas usadas por su eficacia son la rotación de cultivos, creación desfavorable para los patógenos con el uso de microorganismos antagónicos, trampas amarillas, feromonas, etc., para monitoreo y control de insectos vectores de enfermedades, acolchado con polietileno, aplicaciones de residuos de cosechas, modificadores orgánicos, evitar encharcamientos de agua, hacer surcos altos y con buena pendiente, eliminar plantas enfermas, entre otros (Agrios, 1998; Pérez *et al.*, 2004).

Genético

Es el que se basa en la tolerancia o resistencia genética de las plantas aplicados a la agricultura; por lo tanto es oportuno y estratégico la formación de materiales genéticos que presenten niveles de producción cercanos a los híbridos, y que sean costeables por el bajo costo de semilla, rendimiento y calidad del fruto, así como por la tolerancia a enfermedades (Acosta y Luján, 2004).

Químico

Esta basado en la aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades; es decir, dependen del uso y la acción de una sustancia química que reduce la cantidad de inóculo del patógeno, por lo que comúnmente se utiliza el termino de fungicida para referirse a los productos químicos que controlan las enfermedades de las plantas. Este método de control se utiliza por lo general para proteger directamente la superficie de las plantas de la infección, o bien, para erradicar un patógeno que ya ha infectado la planta. Sin embargo algunos tratamientos químicos tiene como objetivo reducir la cantidad de inóculo antes de que este ultimo entre en contacto con la planta. Dichos tratamientos incluyen tratamientos de suelo como la fumigación, desinfección de almacenes y el control de los insectos vectores de patógenos (Pérez *et al.*, 2004).

El control químico es un método con grandes limitaciones debido al impacto que ocasiona, y que en la mayoría de los casos resulta poco efectivo, ya que el hongo habita en el suelo, el cual constituye una barrera física entre el hongo y los fungicidas (Agrios, 1998).

Biológico

El control biológico de los patógenos de las plantas es un área de investigación relativamente nueva, y promete ser una de las formas aceptables en el control de las enfermedades de las plantas, debido al poco desequilibrio ecológico que ocasiona y a la amplia posibilidad de usarse en programas de manejo integrado. El control biológico se define como la reducción del inóculo del patógeno, o de su

capacidad de producir enfermedad mediante la acción de uno o mas organismos excluyendo al hombre (Zavaleta, 1994).

El control biológico se basa en el uso de microorganismos que pueden ser antagonicos, parásitos o que producen antibiosis sobre el patógeno; y es una de las formas más aceptables en el control de enfermedades de las plantas. Dentro de los microorganismos que tienen potencial para usarse como agentes de control biológico de patógenos en la rizosfera se encuentran principalmente las rizobacterias, dado que constituyen la línea frontal de defensa entre los fitopatógenos nativos del suelo y las raíces de las plantas, siendo candidatos ideales de usarse en la reducción de enfermedades.

Frecuentemente se asocia la promoción del crecimiento de las plantas por rizobacterias (Promotion of the Growth of the Plants for Rizobacterias) con el control biológico; ya que, son también capaces de proteger a las plantas contra el ataque de fitopatógenos (Jiménez *et al.*, 2001).

Antecedentes e Importancia del Control Biológico

Cuando escuchamos el término Control Biológico, generalmente lo primero que pensamos es en el control biológico de insectos plaga, este es el control biológico tradicional y clásico, pero existen también otros tipos de control biológico que no se enfocan a insectos plaga, como es el caso del control de enfermedades, ya sean causadas por bacterias u hongos, que se controlan con estos mismos microorganismos. Existen muchos casos exitosos de control de enfermedades bajo este sistema. Hay reportes de control tanto en cultivos anuales en campo, como en cultivos en invernadero y en frutos, hortalizas y otros productos durante su almacenamiento. El principio básico para este tipo de control biológico es el de obtener el agente o agentes antagonicos del órgano de la planta, cultivo o producto que presente el problema, una vez obtenido el agente o agentes, éste o estos se regresan al medio del que fue obtenido, pero en mayores cantidades de las existentes naturalmente y en la época más adecuada para un mejor control (Guerrero, 2009)

Características del Género *Bacillus*

Según Bioland (2005), el género *Bacillus* tiene las siguientes características:

Producen endosporas, las cuales son termo-resistentes y también resisten a agentes perjudiciales como desecación, radiación, ácidos y desinfectantes químicos. Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones, producen también antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.

Los bacilos en general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno. Viven dentro los límites de temperatura de 55 a 70 °C, y el límite inferior de pH para *Bacillus* es de 2 a 3.

Aislamiento de Bacterias del Género *Bacillus*

Los miembros del grupo *Bacillus* son fáciles de aislar de la tierra, aire, agua, plantas, animales y prácticamente en todas las superficies. Cuando se siembran en placas e incuban en forma aeróbica las colonias de *Bacillus*, son de forma plana, irregulares y filamentadas (Bioland, 2005).

Bacillus subtilis

Según Bryan (1974) (Citado por Romo, 1994) las características principales de *Bacillus subtilis* son:

- Forma de bastones rectos o curvos, con extremos redondeados.
- Miden de 3 μ a 4 μ por 1 μ
- Son bacterias gram positivas y no acidorresistentes
- Son mesófilas
- Producen esporas ovoides o cilíndricas, que miden de 1.2 μ a 0.6 μ
- Móviles por ocho o doce flagelos peritricos
- La pared de la espora es delgada

Uso del Género *Bacillus* Como Antagonista

Tschen (1987), citado por Díaz (1990), estudió *In Vitro* a *B. subtilis* como antagonista de *R. solani* y reportó que en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) el patógeno forma engrosamiento de las hifas y acumulación de sustancias quitinosas; además de que el filtrado de la bacteria antagonica, estimula la formación de esclerocios de *R. solani*. Sustancias antibióticas aisladas de *B. subtilis*, así como la suspensión de las mismas bacterias, inhiben el desarrollo de la lesión causada por la infección de *Rhizoctonia*; sin embargo, las sustancias fueron más efectivas que la suspensión de bacterias.

Castañeda (2001) utilizó a *B. subtilis* y *Bacillus* sp., para evaluar técnicas de antagonismo *In Vitro*; en su resultado determinó que *B. subtilis* presenta un efecto antagonista hacia *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani*.

Los trabajos realizados por García (2002), al estudiar el efecto antagonista de aislados de *Bacillus* contra *R. solani* muestran que la cepa B15 presentó el mayor porcentaje de antagonismo en todos los grupos de anastomosis, excepto en el GA-9. Su potencial de inhibición varió de acuerdo al grupo de anastomosis y fue desde un 40 % hasta un 85 %. El tiempo que la cepa B15 necesita para inhibir totalmente a un grupo de anastomosis generalmente es de 48 h. Sugirió además que el aislado B15 posee potencial para emplearse contra los grupos de anastomosis de *R. solani* que atacan a la papa en México.

Cárdenas (2003), encontró un marcado efecto inhibitorio del aislado bacteriano antagonico clave B15 identificado como *Bacillus* sp., sobre los hongos fitopatógenos causantes de la marchitez del chile *R. solani* *F. solani* y *P. capsici* *In Vitro*. Ésta misma bacteria muestra un efecto permanente en la reducción de la cantidad de plantas de chile que presentan necrosis y un efecto marcado sobre la longitud de plantas tratadas con la misma.

Género *Trichoderma*

Este hongo fue descrito por primera vez hace 200 años por los micólogos como un Gasteromycete y siglos después se realizó el análisis de su estructura y características para ser clasificado como un género entre los hongos filamentosos

con propiedades y actividad biológica. El género *Trichoderma* se encuentra en suelos abundantes de materia orgánica, es aeróbico y pueden estar en suelos con pH neutro hasta ácido. Produce tres tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios, estas son activas contra fitopatógenos en diferentes fases del ciclo de vida, desde la germinación de las esporas hasta la esporulación. El micoparasitismo puede ocurrir mediante la penetración, engrosamiento de las hifas, producción de haustorios y desorganización del contenido celular (Orietta *et al.*, 2001).

Como mecanismo de acción *Trichoderma* al ser aplicado a las raíces, forma una capa protectora, haciendo una simbiosis, el hongo se alimenta de los exudados de las raíces y estas son protegidas por el hongo y al mismo tiempo reduce o elimina las fuentes de alimento del patógeno. *Trichoderma* actúa como una barrera para prevenir la entrada de patógenos a las raíces. Tienen una acción de hiperparasitismo, acción del microorganismo que parasita a otro organismo de su misma naturaleza, es decir lo utiliza como alimento y lo destruye, compite por espacio y nutrimentos con los hongos patógenos (Trabanino *et al.*, 2003)

Mecanismos de Acción

Se han descrito varios mecanismos de acción de los antagonistas para controlar el desarrollo de patógenos. Algunos de estos son:

Antagonismo.- Todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro. Esta relación antagónica puede manifestarse por antibiosis, lisis, reacciones inmunológicas, competencia, parasitismo y predación.

Antibiosis.- se refiere a la producción por parte de un microorganismo de sustancias tóxicas para otros microorganismos, las cuales actúan en bajas concentraciones (menores a 10 ppm). La antibiosis se considera como uno de los principales mecanismos de biocontrol que tiene como base la producción de metabolitos tipo antibióticos (Méndez, 2003; Lara *et al.*, 2007).

Micoparasitismo.- Es la acción de un microorganismo parasitando a otro y puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos. Este consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista (Orietta *et al.*, 2001; Méndez, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Área Experimental

Este trabajo se llevo a cabo en el invernadero y campo experimental “El bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, México, a 25° 23´ latitud norte y 101° 00´ longitud este, a 1743 msnm.

De acuerdo a la clasificación climática de Köpen (modificado por García, 1973), el clima es de tipo BWhw (x) (e´), indicando lo siguiente: seco y templado con lluvias en verano, con temperaturas medias de 10 a 30 °C de los meses de junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37 °C.

Tratamientos Evaluados

Se determinó la actividad de concentrados de esporas de bacterias de dos especies de *Bacillus* spp., de manera individual y en mezclas así como del hongo *Trichoderma harzianum* aplicados al suelo para controlar la secadera del chile en plantas bajo invernadero o en parcelas en campo. Los concentrados de *Bacillus* spp., contenían 1 x 10¹⁰ esporas/ml, mientras que el de *T. harzianum* contenía 1 x 10⁸ conidias/ml. El producto comercial (Best Ultra S) contiene la mezcla bacteriana de esporulados en una concentración de 1 x 10⁹ esporas/ml, así como otros ingredientes. El experimento consistió en evaluar 5 tratamientos incluyendo al testigo convencional (Cuadro 2)

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Repeticiones
1. Testigo convencional (Tecto 60)	58 Plantas
2. BCC-1 (<i>Bacillus amyloliquefasciens</i>)	61 Plantas
3. TH (<i>Trichoderma harzianum</i>)	58 Plantas
4. J-1 (<i>Bacillus subtilis</i>)	56 Plantas
5. Best Ultra S (mezcla de <i>Bacillus</i> spp.)	54 Plantas

En campo fueron evaluados los mismos tratamientos con tres repeticiones, cada repetición con una parcela experimental de tres surcos por seis metros de largo.

Obtención de Material Biológico

Los concentrados de bacterias esporuladas identificadas como *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefasciens*, así como el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* empleados fueron proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología, del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El producto comercial a base de estas dos bacterias "Best Ultra S", fue proporcionado por la empresa Greencorp Biorganiks de México S.A. de C.V. de Saltillo, Coahuila, México.

Aplicación de Tratamientos

Se utilizaron plantas de chile jalapeño para el experimento en invernadero de la variedad "triumfo". El trasplante fue realizado el 03 de marzo de 2008, cuando las plantas contaban con una altura de 11 cm aproximadamente. La primera aplicación de tratamientos fue hecha el 05 de marzo de 2008.

Antes de la aplicación de los tratamientos, se activaron los microorganismos de la siguiente manera: De los concentrados de las bacterias (BCC-1, J-1, Best Ultra S,) esporuladas se tomó 1 mL de cada bacteria / L de agua, se colocó de manera individual cada tratamiento en un matraz, en un litro de agua, posteriormente, se le agregó 2 mL de licor de maíz (CP Ingrediente, S.A. de C.V), con el fin de activar las bacterias, y que sirvieran como medio de crecimiento. Se dejaron reposar por 24 h, para favorecer su activación. Este mismo procedimiento se realizó para el hongo *T. harzianum* con la mismas proporción. Para la aplicación se prepararon 8 L de agua por tratamiento.

Los tratamientos fueron aplicados directamente sobre las raíces de todas las plantas en estudio. Para cada tratamiento se utilizaron aspersoras de 8 L de capacidad, y una aspersora diferente para cada tratamiento.

La segunda aplicación fue hecha el 15 de abril de 2008 un mes y medio después de la primera aplicación aproximadamente.

Se siguió la fenología del cultivo al cual se le suministraron los requerimientos de fertilización de N P K, para ello se realizaron varias aplicaciones de diferentes fertilizantes, entre ellos el 18- 18- 18 (triple 18), 8-45-14, junto con algunos fertilizantes foliares. Además de cubrir los requerimientos de agua.

El control de plagas principalmente pulgones (*Myzus persicae*), mosquita blanca (*Trialeurodes vapaorarium*) y Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*); fue mediante extracto de ajo (BioCrack) y el uso de insecticidas del grupo de las abamectinas (insecticida traslaminar).

Para el control de enfermedades en el cultivo se aplicó para cenicilla vellosa, carbonato de calcio micronizado (5 mL / L de agua), más esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma*, BCC-1, y Bela plus (Intrakam S.A. de C.V) como fungicida y bactericida. Para la Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) se aplicó Cuprimicina agrícola 5 % (Ingeniería Industrial, S.A. de C.V), y Sulfato de Cobre Penta-hidratado: Phyton 27 (Distribuciones Imex, S.A. de C.V).

En cuanto al manejo se hizo una poda para facilitar el manejo del cultivo y el óptimo desarrollo del mismo. Así como el tutorado de las plantas para ayudarle en su desarrollo y evitar su obstrucción debido al peso de los frutos.

Para la experimentación establecida en campo, se utilizaron plantas de chile ancho caballero que fueron trasplantadas el 10 de mayo de 2008. Los tratamientos fueron aplicados el 18 de junio de 2008 a los 39 días después del trasplante (ddt) por única ocasión, con el fin de ver el efecto de los diferentes tratamientos. El proceso para la activación y aplicación de tratamientos fue el mismo empleado en invernadero, citado anteriormente, con un manejo similar en cuanto a labores culturales y fenología del cultivo.

Toma de Datos

Los parámetros sobre altura y diámetro de plántulas fueron tomados a los 5, 37 y 55 ddt y 5, 37, 55 y 109 ddt respectivamente. A la cosecha los parámetros considerados fueron: número de frutos por planta, peso total. Estas variables fueron medidas a los 80, 98 y 115 ddt., para lo cual se recolectaron todos los frutos de las

plantas de manera individual, colocándolos en bolsas de papel y contados y pesados en el laboratorio. Una vez pesadas y medidas las plantas por separado, se concentraron todos los frutos por tratamiento y fueron separados de acuerdo a su calidad (primera, segunda y tercera). Por último de cada calidad por tratamiento se tomaron 15 unidades (frutos) y con un Vernier electrónico se midió, la longitud y los frutos fueron pesados, todo esto con el fin de observar diferencias entre tamaño y peso de cada tratamiento en los tres cortes realizados.

Para la obtención de datos del experimento en campo la variable evaluada fue el peso por planta a los 95, 104 y 123 ddt. Como fueron establecidas tres repeticiones por tratamiento, se tomaron 3 plantas en la primera repetición, 6 en la segunda y 9 en la tercera repetición, teniendo en total 18 plantas muestreadas por tratamiento.

Diseño Experimental

Para cada uno de los parámetros evaluados se realizó un análisis de varianza (ANVA) mediante el Paquete Estadístico computacional de la UANL, Versión 2.5; para el análisis de los datos obtenidos en invernadero y en campo se utilizó un diseño completamente al azar y bloques al azar respectivamente, en ambos casos la comparación de medias fue a través de DMS ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al desarrollo de la investigación, el cultivo se llevó a buen término hasta cosecha, obteniéndose los siguientes resultados, analizados acorde al análisis de varianza (ANVA). Como primer término se describen los datos tomados en invernadero y posteriormente en campo.

Resultados Obtenidos en Invernadero

Altura de la Planta y Diámetros de la Base del Tallo

Los análisis de varianza realizados para la variable altura de plantas (Cuadro 1, 2 y 3 del Apéndice), durante la experimentación (Cuadro 3) muestran diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Con respecto a la altura de plantas en las tres fechas de medición, los tratamientos donde se aplicó *T. harzianum* y la bacteria J-1 (*B. subtilis*) muestran una mayor altura respecto a los demás tratamientos, comportamiento similar se observó en el diámetro del tallo durante todo el experimento (Cuadro 4, 5, 6 y 7 del apéndice) con excepción a la medición de esté a los 5 ddt, (Cuadro 3), donde el comportamiento es similar ($P \leq 0.05$). Esto pudiera explicarse debido a que las plantas provienen del invernadero, la altura y diámetro de estas, fue muy homogéneo, por igualdad de condiciones de crecimiento, mientras que tiempo después ya muestran diferencias, posiblemente debido a la influencia de microorganismos con los cuales fueron protegidas. Los resultados de altura y diámetro del tallo fueron muy similares y con alternancia en el tratamiento, manifestándose en plantas tratadas con *T. harzianum* y J-1 los resultados mas favorables. Estudios realizados por Guillen *et al.* (2006), muestran un 14 % más de altura con respecto al testigo convencional en plantas de Chile. Al respecto Hernández *et al.*, (2006), reportan una altura de plantas de zanahoria de 31.35 a 33.53 cm, tratadas con diferentes aislados de *Bacillus* spp., a los 95 ddt en condiciones de invernadero. Lo anterior muestra la efectividad de *Bacillus* spp., como promotor de crecimiento (Ezziyyani *et al.*, 2004). Estudios realizados por Santander *et al.*, (2003), reportan una altura de plantas de tomate, al comienzo de la fructificación de 184.6 cm en suelos infestados naturalmente con *Rhizoctonia solani* aplicando *T. harzianum* en

comparación al testigo (un suelo sin tratar) en la cual la altura fue de 128.0 cm, sin embargo en suelos previamente solarizados y aplicando *T. harzianum*, reportan una altura de planta en tomate de 179.3 cm. Comportamientos similares se observaron con la aplicación de *T. harzianum* y cepas de *Bacillus* sp., en nuestro experimento, por lo que con lo que se reafirma la efectividad de *T. harzianum* como promotor de crecimiento en el cultivo del chile.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en el desarrollo de la planta y diámetro de tallo de chile jalapeño var. triunfo a diferentes fechas después del trasplante bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	08-Marzo		09-Abril		27-Abril		20-Junio
	5 ddt		37 ddt		55 ddt		109 ddt
	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
1. TESTIGO CONV.	13.12 b	2.57 a	18.85 c	4.87 b	32.22 b	8.29 ab	16.04 a
2. BCC-1	13.59 ab	2.55 a	19.45 bc	4.99 b	32.50 ab	8.15 ab	14.79 a
3. TH	14.15 a	2.62 a	20.31 ab	5.16 b	34.15 ab	8.26 ab	15.50 a
4. J-1	13.10 b	2.60 a	20.66 a	5.50 a	34.89 a	8.85 a	15.18 a
5. BEST ULTRA S	13.68 ab	2.62 a	19.43 bc	5.17 b	32.22 b	8.08 b	14.93 a

ddt= días después del trasplante, BCC-1 (*Bacillus amyloliquefasciens*), TH (*Trichoderma harzianum*), J-1 (*Bacillus subtilis*), Best Ultra S (formulación de GreenCorp).

Peso y Número de Frutos por Planta

En la medición de esta variable el ANVA realizado para pesos de frutos, (Cuadro 8, 9 y 10 del apéndice) muestran resultados de agrupaciones estadísticas alternas (Cuadro 4) dado que a los primeros 80 ddt (primer corte) la bacteria *Bacillus subtilis* (J-1), produjo la mayor cantidad de peso (216.17 g/planta) y el mayor número de frutos (10.08 frutos), manteniéndose estadísticamente similar ($P \leq 0.05$) a los demás tratamientos al segundo corte y reduciendo su efecto al tercer corte (211.07 g/planta). Mientras que el efecto de promoción en el crecimiento y en el desarrollo del cultivo se ve influenciado por *Bacillus subtilis* en corto tiempo, en *T. harzianum* se observa un incremento sucesivo del primero al segundo y tercer corte (de 171.87 a 324 g/planta) al igual que el número de frutos (de 7.86 a 17.01 frutos por planta)

(cuadro 4), conservándose significativamente el rendimiento y número de frutos al tercer corte, (Cuadro 11, 12 y 13 del apéndice). En las demás bacterias se reduce su efecto promotor de crecimiento, esto pudiera deberse a la velocidad del crecimiento y viabilidad de los microorganismos inoculados al suelo. Otra causa sería que los hongos se desarrollan más lentamente que las bacterias, mientras que estas últimas al agotarse los nutrientes de su medio reducen su efectividad y viabilidad. Al respecto Guillen *et al.*, (2006), reportan que a los 99 días después de la inoculación con *Bacillus* B1 a las plantas, no hay efecto en el rendimiento del cultivo en experimentación de campo, contrario a lo observado en invernadero con nuestro experimento y lo cual pudiera deberse al estrés de la planta al trasplante y a las fechas de cosecha donde todavía no se aprecia el efecto de promoción. Los mismos autores reportan también que no hay diferencia en cuanto a número de frutos por plantas de chile ancho a los 56 y 84 días después de la inoculación de *Bacillus*, teniendo de 4.50 a 6.00 frutos por planta. También reportan que el mayor número de frutos fueron obtenidos en plantas tratadas o inoculadas con *Bacillus* spp., respecto a las tratadas químicamente o sin tratar.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la producción y número de frutos por planta en chile jalapeño var., triunfo a diferentes fechas después del trasplante bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	22-Mayo		09-Junio		26-Junio	
	80 ddt		98 ddt		115 ddt	
	Peso (g)	No. de frutos	Peso (g)	No. de frutos	Peso (g)	No. de frutos
1. TESTIGO CONV.	189.53 ab	8.93 ab	343.65 a	16.31 a	265.24 ab	15.68 ab
2. BCC-1	165.91 b	8.03 b	315.60 a	14.11 a	274.85 ab	15.03 abc
3. TH	171.87 b	7.86 b	324.29 a	15.06 a	304.87 a	17.01 a
4. J-1	216.17 a	10.08 a	324.48 a	14.89 a	211.07 c	12.08 c
5. BEST ULTRA S	184.12 ab	8.01 b	321.46 a	15.59 a	240.37 bc	13.25 bc

ddt= días después del trasplante

Medias por Calidad

Longitud

Una vez separados los chiles por calidad, se analizaron en cuanto a tamaño; tomando 15 unidades (chiles) para realizar el análisis. De acuerdo al ANVA para la variable calidad en longitud de frutos (Cuadro 23 apéndice) se encontró que en los tres cortes del experimento (Cuadro 5) existió una amplia variabilidad y para facilitar su interpretación, se agruparon estadísticamente las medias de medias ($\bar{\bar{x}}$) de cada corte y calidad existiendo alternancia en cuanto al efecto de los microorganismos en la longitud del fruto a lo largo de experimento (Ver cuadro 23 apéndice). El ANVA (cuadro 5) de todos los cortes muestran que en esta variable no existen suficientes evidencias para considerar un efecto de promoción de longitud por los microorganismos, respecto al testigo donde no se aplicaron promotores.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos microbianos en la calidad del fruto (valores de longitud expresados en mm).

TRATAMIENTO	1 ^{ra} *	2 ^{da} *	3 ^{ra} *
1. TESTIGO CONV	92.33 a	76.47 a	61.25 a
2. BCC-1	87.63 a	76.44 a	59.98 a
3. TH	89.38 a	75.96 a	59.13 a
4. J-1	88.59 a	76.29 a	58.47 a
5. BEST ULTRA S	91.32 a	75.63 a	60.49 a

* Media de medias estadísticas por calidad en los tres cortes

Peso Total de Calidades

Una vez separados los frutos de chiles por calidad se realizó un análisis de medias en calidad de primera de los tres cortes, obteniendo una media general. De la misma manera se efectuó este procedimiento para la segundas y terceras calidad ($\bar{\bar{x}}$). Posteriormente se efectuó el ANVA y prueba de comparación de medias por DMS ($P \leq 0.05$), analizando el peso total por tratamiento para diferenciar el mejor efecto provocado por la aplicación de promotores.

Los análisis de varianza realizados para la variable peso (Cuadro 24 del apéndice), mostraron que no existe evidencia suficiente para demostrar un efecto promotor en peso por los microorganismos utilizados respecto al testigo (Cuadro 6). Esto pudiera ser atribuible a la viabilidad de los microorganismos en el suelo, debido a la inconsistencia del efecto promotor bajo las condiciones en que se llevo el experimento.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en la producción de chile (expresado en kg) en relación a calidad (primeras, segundas y terceras) en todos los cortes de chile jalapeño var., triunfo en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Primeras	Segundas	Terceras	Media
1. TESTIGO CONV.	2.68	7.12	4.72	4.84 a
2. BCC-1	2.39	8.18	4.36	4.98 a
3. TH	2.92	7.92	3.84	4.89 a
4. J-1	2.11	7.06	3.54	4.24 a
5. BEST ULTRA S	3.02	5.49	4.10	4.20 a

Resultados Obtenidos en Campo

Peso de Frutos por Planta e Incidencia de la Enfermedad en Campo

La aplicación de promotores microbianos de crecimiento en parcelas experimentales en campo (Cuadro 7) mostró un efecto diferente ($P \leq 0.05$) en la producción de chile ancho (g) (Cuadro 25, 26 y 27 del apéndice) por promotores (microorganismos), resaltando *Bacillus amyloliquefasciens* (BCC-1) y el producto comercial de la mezcla de este (Best Ultra S), obteniendo un mayor rendimiento por planta tanto al primer corte como al segundo, reduciendo su efectividad en el último corte y manteniéndose con mayor rendimiento por planta el producto comercial. Esto pudiera deberse a que existe mayor presencia de la enfermedad “secadera del chile” en los demás tratamientos, dado que con cepas de *Bacillus* spp; (J-1 y BCC-1) y con el producto a base de mezclas de estas bacterias y otros nutrientes (Best Ultra S)

existió una mayor producción por planta y una menor incidencia de la enfermedad en el cultivo (Cuadro 28 del apéndice). El efecto del producto comercial pudiera estar influenciado por que es una formulación con otros productos adicionales (nutrientes) mientras que BCC- 1, *T. harzianum* y J-1 se aplicó solo el microorganismo sin nutrientes adicionales. Otra causa posiblemente sería la pérdida de la viabilidad de los microorganismos donde al parecer este efecto es mayor en *B. amyloliquefasciens* dado que esta bacteria es heterotrófica y requiere nutrientes complejos para su desarrollo que no están disponibles al aplicar sola la bacteria por lo que se reduce su viabilidad (Cuadro 8).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en el peso del fruto por planta (expresado en g) de chile ancho caballero a diferentes días después del trasplante bajo condiciones de campo.

Tratamiento	Peso de frutos (g)		
	1 ^{er} corte (95 ddt)	2 ^{do} corte (104 ddt)	3 ^{er} corte (123 ddt)
1. BEST ULTRA S	166.50 a	277.23 a	190.31 a
2. TESTIGO CONV.	123.09 ab	238.20 ab	153.47 a
3. J-1	109.47 b	177.47 b	75.30 b
4. BCC-1	174.87 a	310.40 a	36.83 b
5. TH	107.83 b	236.90 ab	72.77 b

Los datos obtenidos en este trabajo confirman lo mencionado por [Guillen et al., \(2006\)](#), quienes muestran que las plantas tratadas con *Bacillus* spp., fueron las que presentaron menor incidencia de pudrición de raíz en los diferentes cortes de chile ancho caballero (99, 113 y 146 días después de la inoculación) los cuales no rebasaron más del 29 %, mientras que en el tratamiento tradicional alcanzo el 57 %. De acuerdo a [Ezziyyani et al. \(2004\)](#) en un experimento realizado con pimiento, inoculando *Trichoderma* bajo condiciones de invernadero reportan un 80 % de severidad, mientras que en nuestro experimento la incidencia de la enfermedad es menor en plantas tratadas con microorganismos antagónicos o con formulaciones de estos y tal y como lo reportan ([Hernández et al. 2006](#)).

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos, en la incidencia de la enfermedad en plantas de chile ancho, a los 95, 104 y 123 días después del trasplante, bajo condiciones de campo

Tratamiento	No. Inicial de plantas	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Media
		Vivas	Incidencia %	Vivas	Incidencia %	Vivas	Incidencia %	
1. BEST ULTRA S	108	102	5.56	102	5.56	93	13.89	99.0000 B
2. TESTIGO CONV.	115	112	2.61	105	8.69	98	14.78	105.0000 AB
3. J-1	120	119	0.83	116	3.33	105	12.5	113.3333 AB
4. BCC-1	120	115	4.17	112	6.67	75	37.5	100.6667 B
5. TH	135	133	1.48	124	8.15	116	14.07	124.3333 A

CONCLUSIONES

Bajo condiciones experimentales en invernadero podemos concluir que:

- *Bacillus subtilis* (J-1) y *Trichoderma harzianum* son los microorganismos que muestran mejor efecto de promoción de crecimiento en la plantas del cultivo de chile.
- *Bacillus subtilis* (J-1) al primer corte (80 ddt) y *T. harzianum* al tercer corte (115 ddt) mostraron los mejores rendimientos en peso y numero de frutos por planta.
- La bacteria que en general presentó mejor beneficio al cultivo del chile en condiciones de invernadero fue J-1 (*Bacillus subtilis*).
- La presencia de la enfermedad fue nula por lo que solo se evaluaron los tratamientos como promotores de crecimiento.

Bajo condiciones experimentales en campo podemos concluir que:

- La formulación comercial (Best Ultra S) genera los mejores rendimientos y control de la marchitez del chile en campo hasta los 123 ddt.
- BCC-1 produce los mejores rendimientos y control de marchitez solo hasta los 109 ddt.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Rodríguez, G.F. y Luján-Favela, M. 2004. Selección de Genotipos de Chile de Árbol y Cayene en el estado de Chihuahua. Memorias Primera Convención Mundial del Chile. León, Guanajuato, México. p. 14.
- Agrios, G. N. 1998. Fitopatología: Ed. Limusa. 3 Ed. México. 838 p.
- Alexopoulos, C. J. y Mims, C. W. 1979. Introducción a la Micología. Editorial Omega. Barcelona España. 639 p.
- Alexopoulos, C. J., Mims C. W. y Bratwell, H. 1996. Introductory Mycology. Fourth Edition. John Wiley y Soness. Inc. New Cork. 869 p.
- Baños, A. S. Cabrera, F. P. y Zapata, N. M. 1991. El Pimiento para Pimienton. Editorial Mundi Prensas.
- Bioland. 2005, Características del Género *Bacillus*. www.bioland.cl
- Cano, A. M. F. 1994. El Cultivo de Chile. Monografías. Pimiento. Htm. Com. P1, 18, 15.
- Cárdenas, V. A. 2003. Actividad Antagónica de *Bacillus* sp. (B15) para *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 70 p.
- Castañeda N. P. 2001. Métodos *In vitro* Para Determinar el Efecto Antagónico de *B. subtilis* y *B. sp.* Sobre el Complejo de la Secadera del Chile (*Capsicum annum* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 80 P.
- Ceballos, R. I. 2001. Importancia del Cultivo del Chile en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 103 p.
- Cortez, M. E. 1992. Monitoreo del Desarrollo Fenológico del Chile Serrano y sus Plagas Principales. Tesis de Maestría en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Págs. 118. Págs. 1-9
- Díaz, P. A. 1990. Antagonismo de *Bacillus subtilis* Contra *Fusarium oxysporum niveum* y su Eficiencia Contra el Marchitamiento de la Sandía en Invernadero.

- Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 58 p.
- Ezziyyani M., Pérez S. C. y Requena M.E. 2004. *Trichoderma harzianum* Como Biofungicida para el Biocontrol de *Phytophthora capsici* en Plantas de Pimiento (*Capsicum annum* L.). Anales de Biología 26: 35-45
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía UNAM. Segunda Edición. México Pp. 45-46.
- García, A. M. 1980. Patología Vegetal Práctica. Editorial Limusa. México. 129 p.
- García- Flores, J. 2002. Evaluación *in Vitro* de Bacterias Antagónicas Aislados de la Rizosfera de Papa Contra 13 grupos de Anastomosis Multinucleados de *Rhizoctonia solani* kühn. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 67 p.
- Guerrero P. V. M. 2009. Algunas Notas Sobre el Control Biológico de Enfermedades con Microorganismos. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtémoc, Chih.
- Guillen- C. R., Hernández- C. F. D y Gallegos- M. G. 2006. *Bacillus* spp., como Biocontrol en un Suelo Infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora capsici* Leonian y su Efecto en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo de Chile (*Capsicum annum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología, pp. 105- 114
- Jiménez- Delgadillo, R., Virgen- Calleros. G., Tabares- Franco. J., Olalde - Portugal, V. 2001. Bacterias Promotoras del Crecimiento de Plantas: Agro-Biotecnología. Avance y Perspectiva 20: 395- 400.
- Hernández-Castillo F. D., Aguirre-A, A., Lira-Saldivar, R. H. Guerrero- E, R., Gallegos- M. G. 2006. Bioeficacia de Productos Orgánicos, Biológicos y Químicos Contra *Alternaria dauci* Kühn y su Efecto en el Cultivo de Zanahoria. Phytón. Buenos Aires.,.75:91-101.
- Martínez, G. M. A. y González D. J. 1993. Eficiencia de Métodos de Desinfección del Suelo y Semilla en el Cultivo de Chile Poblano. (*Capsicum annum* L.). En: Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del I.C.U.A.P. Puebla, Puebla. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Memorias de Zacatecas. Pp. 37.

- Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principio de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. 310 p.
- Mendoza, Z. C. 1999. Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresa. Memorias del Programa de Entomología y Acarología. Montecillo. Texcoco. Estado de México. p 17.
- Méndez, S. V. 2003. Control Biológico de Postcosecha en Uruguay. Revista de Horticultura Internacional.
<http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/practicacbiologico.html>
- Messiaen, C.M., Blancard, D., Rouxel, F. y Lafon, R. 1995. Enfermedades de las Hortalizas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 576 p.
- Meza, N. S. 1965. Enfermedades de las Plantas. Editorial Herrera. 541 p.
- Montoya, T. G. 1992. Sistema de Producción de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Memoria de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Págs. 55.
- Nuez, F., Gil y O. R., Costa J. 2003. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Capitulo 4. Ediciones Mundi-Prensa. España. 606 p.
- Orietta, F. V. 2001. Microorganismos Antagonistas Para el Control Fitosanitario. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana Cuba. 62: 96 -100
- Pérez, M.G. Márquez. S. T. y Peña L. A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 380 p.
- Pérez M., L., Duran, O, L. J., Ramírez, M. R., Sánchez, P., J, R., Olalde, P. V. 2004. Sensibilidad *in Vitro* de aislados del hongo *Phytophthora capsici* a fungicidas. Memorias Primera Convención Mundial del Chile. León Guanajuato, México. pp. 144- 150.
- Pernezny, K., Robert, P.D., Murphy, J.F. y Goldberg, N.P. 2003. Compendium of Pepper Diseases. APS Press. The American Phytopathological Society. 63 p.
- Pozo, C. O. 1983. Logros y Aportaciones de Investigación Agrícola en El Cultivo de Chile, INIA-SARH, México.
- Productores de hortalizas. 2004. Plagas y Enfermedades de Chiles y Pimientos. Guía de Identificación y Manejo. 38 p.

- Romero, C. S. 1988. Hongos fitopatógenos, UACH: Chapingo, México. p. 347.
- Romero, C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos, Primera Reimpresión en Español, Dirección del patronato. Universidad UACH: México. 347 p.
- Romero, C. S. 1996. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 361 p.
- Romel G. R. 2004. Efectividad Biológica de Bacterias Rizoféricas Esporuladas Sobre el Complejo de Hongos de la Marchitez del Chile. Tesis de .UAAAN. 45 p.
- Romo, C. J. J. 1994. Estudios de Efectividad Biológica de *Bacillus subtilis* y Fungibac Sobre *Rhizoctonia solani* Kühn en Papa Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 69 p.
- Santander. C., Montealegre J. R., y Herrera. R. 2003. Control Biológico de *Rhizoctonia solani* en Tomate en Suelos Previamente Sometidos a Solarización y Bromuro de Metilo. Cien. Inv. Agr. 30 (2): 107-112
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
<http://www.siap.gob.mx>
- Soria, F. M. 1993. Producción de Hortalizas en la Península Yucatán
- Trabanino, R., Kuniyoshi, C. y Michel, M. 2003. Manual de Agentes de Control Biológico. Centro de Control Biológico Para Centroamérica. Honduras. Revista de Horticultura Internacional.
www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/controlbiologico/MateriaOptativaControlBiologicoPrograma.pdf.
- Valadez, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. UTHEA. Editores. México. 297 p.
www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml.
- Zapata, N. M., Bañón, A. S y Cabrera F. P. 1992. El Pimiento Para el Pimentón. Agroguías. Mundi- Prensa. 240 p.
- Zavaleta M. E. 1994. Control Biológico de Fitopatógenos con Origen en el Suelo y Perspectivas. Revista Mexicana de Fitopatología. 12 (1): 107-111.

APÉNDICE

ANÁLISIS DE VARIANZA DE INVERNADERO

Cuadro 1. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 5 días después del trasplante (ddt.)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	43.91	10.97	3.09	0.01
ERROR	282	999.51	3.54		
TOTAL	286	1043.43			

C.V. = 13.91 %

Cuadro 2. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 37 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	122.68	30.67	3.76	0.00
ERROR	282	2295.22	8.13		
TOTAL	286	2417.91			

C.V. = 14.45 %

Cuadro 3. Análisis de varianza, de la altura de planta en el cultivo de chile a los 55 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	349.43	87.35	1.79	0.12
ERROR	282	13749.62	48.75		
TOTAL	286	14099.06			

C.V. = 21.04 %

Cuadro 4. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 5 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.22	0.05	1.16	0.32
ERROR	282	13.46	0.04		
TOTAL	286	13.68			

C.V. = 8.41 %

Cuadro 5. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 37 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	12.96	3.24	4.10	0.00
ERROR	282	222.53	0.78		
TOTAL	286	235.50			

C.V. = 17.28 %

Cuadro 6. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 55 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	20.86	5.21	1.40	0.23
ERROR	282	1046.47	3.71		
TOTAL	286	1067.33			

C.V. = 23.13 %

Cuadro 7. Análisis de varianza, del diámetro del tallo de la planta en el cultivo de chile a los 109 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	57.32	14.33	0.82	0.51
ERROR	282	4895.32	17.35		
TOTAL	286	4952.64			

C.V. = 27.24 %

Cuadro 8. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 80 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	87863.00	21965.75	1.86	0.11
ERROR	282	3324229.00	11788.04		
TOTAL	286	3412092.00			

C.V. = 58.65 %

Cuadro 9. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 98 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	26072.00	6518.00	0.15	0.95
ERROR	282	11796810.00	41832.66		
TOTAL	286	11822882.00			

C.V. = 62.77 %

Cuadro 10. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 115 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	286742.00	71685.50	3.29	0.01
ERROR	282	6131966.00	21744.56		
TOTAL	286	6418708.00			

C.V. = 56.71 %

Cuadro 11. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 80 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	199.89	49.97	3.06	0.01
ERROR	282	4598.08	16.30		
TOTAL	286	4797.98			

C.V. = 47.07 %

Cuadro 12. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 98 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	157.85	39.46	0.43	0.78
ERROR	282	25842.72	91.64		
TOTAL	286	26000.57			

C.V. = 63.06 %

Cuadro 13. Análisis de varianza, de número de frutos por planta en el cultivo de chile a los 115 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	868.27	217.06	3.04	0.01
ERROR	282	20118.25	71.34		
TOTAL	286	20986.53			

C.V. = 57.62 %

ANÁLISIS DE CALIDADES (PRIMERAS, SEGUNDAS Y TERCERAS) DE LOS TRES CORTES

Cuadro 14. Análisis de varianza, de calidad primera a los 80, ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	338.43	84.60	1.51	0.20
ERROR	70	3913.31	55.90		
TOTAL	74	4251.75			

C.V. = 7.82 %

Cuadro 15. Análisis de varianza, de calidad primera a los 98 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1098.68	274.67	3.12	0.02
ERROR	70	6152.12	87.88		
TOTAL	74	7250.81			

C.V. = 10.26 %

Cuadro 16. Análisis de varianza, de calidad primera a los 115 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	31.90	7.97	0.18	0.94
ERROR	70	3096.06	44.22		
TOTAL	74	3127.96			

C.V. = 8.06 %

Cuadro 17. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 80, ddt

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	390.06	97.51	2.34	0.06
ERROR	70	2916.96	41.67		
TOTAL	74	3307.03			

C.V. = 8.03 %

Cuadro 18. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 98, ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	243.53	60.88	1.30	0.27
ERROR	70	3272.12	46.74		
TOTAL	74	3515.65			

C.V. = 8.61 %

Cuadro 19. Análisis de varianza, de calidad segunda a los 115, ddt

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	633.21	158.30	4.37	0.004
ERROR	70	2532.93	36.18		
TOTAL	74	3166.15			

C.V. = 8.76 %

Cuadro 20. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 80, ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	125.43	31.35	0.66	0.62
ERROR	70	3296.84	47.09		
TOTAL	74	3422.28			

C.V. = 10.61 %

Cuadro 21. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 98, ddt

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	451.56	112.89	1.52	0.20
ERROR	70	5183.65	74.05		
TOTAL	74	5635.21			

C.V. = 13.64 %

Cuadro 22. Análisis de varianza, de calidad tercera a los 115,

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	254.21	63.55	1.26	0.29
ERROR	70	3510.98	50.15		
TOTAL	74	3765.20			

C.V. = 13.67 %

Cuadro 23. Efecto de los tratamientos (valores de longitud expresados en mm) en la calidad (primera, segunda y tercera) de frutos de chile jalapeño var., triunfo a los 80, 98 y 115 días después del trasplante bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	22-Mayo			09-Junio			26-Junio		
	80 ddt			98 ddt			115 ddt		
	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}
1. TESTIGO CONV	97.74 a	78.64 bc	63.17 a	97.08 a	81.67 a	67.40 a	82.17 a	69.09 abc	53.16 ab
2. BCC-1	94.80 ab	79.42 abc	65.82 a	86.02 c	76.74 a	61.96 ab	82.08 a	73.14 a	52.14 ab
3. TH	96.58 ab	77.74 c	66.09 a	89.61 bc	80.21 a	60.03 b	81.95 a	69.94 ab	51.25 ab
4. J-1	91.88 b	83.53 a	63.10 a	90.16 bc	80.52 a	63.69 ab	83.73 a	64.83 c	48.62 b
5. BEST ULTRA S	97.19 ab	82.66 ab	65.20 a	94.10 ab	77.94 a	62.35 ab	82.65 a	66.28 bc	53.93 a

ANÁLISIS COMPARANDO PRIMERAS CONTRA SEGUNDA Y TERCERAS

Cuadro 24. Análisis de varianza, de la calidad agrupando los tres cortes

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.71	0.42	0.07	0.98
ERROR	10	57.42	5.74		
TOTAL	14	59.13			

C.V. = 51.76 %

ANÁLISIS DE VARIANZA DE CAMPO

Cuadro 25. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 95 ddt

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	12313.21	3078.30	3.41	0.05
ERROR	10	9010.56	901.05		
TOTAL	14	21323.78			

C.V. = 22.02 %

Cuadro 26. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 104 ddt

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	29827.50	7456.87	2.53	0.10
ERROR	10	29423.06	2942.30		
TOTAL	14	59250.56			

C.V. = 21.87 %

Cuadro 27. Análisis de varianza, de producción en gramos por planta en el cultivo de chile a los 123 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	48575.65	12143.91	18.11	0.00
ERROR	10	6703.35	670.33		
TOTAL	14	55279.01			

C.V. = 24.49 %

Cuadro 28. Análisis de varianza, de incidencia de la marchitez del chile durante el ciclo del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1313.734375	328.433594	2.3493	0.124
ERROR	10	1398.000000	139.800003		
TOTAL	14	2711.734375			

C.V. = 10.90 %