

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARÍA  
ATONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**“Efecto Estimulante de Bacterias Esporuladas Promotoras del  
Crecimiento sobre el Desarrollo y Producción del Chile Jalapeño  
(*Capsicum annuum*), en Invernadero y Campo.”**

**POR:  
NICOLASA GARCÍA LICONA**

**TESIS  
Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Diciembre de 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ATONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**“Efecto Estimulante de Bacterias Esporuladas Promotoras del Crecimiento**

Sinodal

Sinodal

**sobre el Desarrollo y Producción del Chile jalapeño (*Capsicum annuum*), en  
Invernadero y Campo.”**

**POR:**

**NICOLASA GARCÍA LICONA**

**TESIS**

Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Aprobado por el comité de tesis**

---

**DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES**

**presidente del jurado**

---

**DR. F. DANIEL HERNÁNDEZ CASTILLO**

---

**DR. MELCHOR CEPEDA SILLER**

---

**M. C. VICTOR M. ZAMORA VILLA**

**Sinodal**

---

**M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA**

**Coordinador de la División de Agronomía**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Diciembre de 2004**

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** por darme la vida y la oportunidad de lograr mi mas preciado sueño.

A mi “**ALMA TERRA MATER**” por brindarme en su seno la oportunidad de hacer posible una de mis metas.

Al **DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES**, por concederme la oportunidad de realizar este presente, por su confianza, amistad y el gran apoyo brindado para la culminación de la investigación.

Al **DR. MELCHOR CEPEDA SILLER**, por su colaboración en la revisión y sugerencias.

Al **DR. FRANCISCO DANIEL HERNÁNDEZ CASTILLO**, por su valiosa colaboración y revisión del presente.

Al **M. C. VICTOR M. ZAMORA VILLA**, por su colaboración en el análisis estadístico y revisión.

A la M. C. FELIPA MORALES LUNA, por su amistad y consejos brindados en mi estancia.

A Ma. Guadalupe Pérez Ovalle por su amistad y apoyo brindado en el laboratorio de fitopatología.

Al personal académico del Departamento de Parasitología Agrícola por haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos.

A mis amigos (as): Ernesto, Yesenia, Areli, Selene, Salvador, Gustavo, Carlos, Rigoberto, Juan y a mis compañeros de la generación XCVIII por su amistad y compañerismo.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES:**

SR. VENANCIO GARCIA HERNÁNDEZ

SRA. LORENZA LICONA MENDOZA

por su amor, cariño y apoyo incondicional para lograr mi meta.

### **A TI MADRE**

Por tus consejos apoyo y desvelos que te ocasione, por darme lo mejor del mundo la vida y tu amor incondicional gracias Mamá de todo corazón.

### **A MIS HERMANOS**

Cayetano

Alejandro

Roberto

Rosa

Por darme fuerzas para seguir adelante hasta conseguir mis objetivos, por su cariño, amor, amistad y por sus valiosos consejos.

**ALEJANDRO** gracias por tu apoyo incondicional brindado en todo este tiempo, por tus consejos y por darme ánimos en seguir siempre para adelante,

A mi cuñada **GUADALUPE CRUZ FELIPE** por tu apoyo, cariño y confianza.

**A MIS SOBRINOS:**

Alejandro Isahi, Esmeralda Cristal, José Armando, José Eduardo y al bebe

**A TEODORO GONZALEZ URBANO**

Porque me enseñaste a ver en donde los demás no ven, porque me enseñaste a caminar donde otros dudan en caminar, porque me diste la seguridad al sembrar, porque hoy cosecho lo que tu me enseñaste, muchas gracias de todo corazón.

**A LA SRA. ELOINA GONZALEZ URBANO**

Por poner el primer cimiento para poder dar el primer paso al inicio de una nueva vida por su gran cariño de madre y amor gracias.

A una persona muy especial para mi **VICTOR HERNÁNDEZ GOMEZ** por tu apoyo, amistad, cariño y amor.

## INDICE DE CONTENIDO

	PAG.
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
INDICE DE CONTENIDO.....	IV
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS .....	2
HIPÓTESIS .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
Clasificación Taxonómica .....	5
Descripción botánica .....	5
Raíz .....	6
Tallo .....	6
Hojas .....	6
Flores .....	6
Fruto .....	7
Semilla.....	7
Generalidades del cultivo .....	7
Control biológico .....	8
Interacción entre otras especies .....	10
Antagonismo .....	10
Antibiosis .....	11
Inhibición .....	11
Competencia .....	11
<i>Bacillus subtilis</i> (Ehrenberg) Cohn 1872 .....	12
Hábitat .....	12
Características morfológicas .....	12
Características fisiológicas .....	12
Desarrollo de <i>B. subtilis</i> en diferentes medios de cultivo.....	13
Agar.....	13
Agar inclinado.....	13
Gelatina.....	13
Leche tornasolada.....	13

PDA .....	13
Caldo nutritivo .....	13
Suero sanguíneo .....	14
Formas de inhibición de <i>B. subtilis</i> .....	14
Antibióticos producidos por <i>B. subtilis</i> .....	14
Antecedentes de uso de <i>Bacillus subtilis</i> contra fitopatógenos .....	15
Enfermedades del suelo .....	16
<i>Phytophthora capsici</i> , leonina.. .....	16
Características morfológicas .....	16
Importancia y distribución .....	17
Ubicación taxonómica .....	18
Síntomas .....	18
Ciclo de la enfermedad .....	19
Ciclo biológico .....	20
Condiciones que favorecen al patógeno .....	20
Manejo del patógeno .....	20
<i>Rhizoctonia solani</i> kühn .....	21
Antecedentes Históricos. ....	21
Características .....	22
Importancia .....	22
Ubicación taxonómica .....	23
Características morfológicas .....	24
Condiciones que favorecen a la enfermedad .....	24
Síntomas .....	25
Medidas de control .....	25
Control biológico.....	25
Control microbiológico .....	26
Control químico.....	26
Importancia .....	27
Distribución .....	27
<i>Fusarium oxysporum</i> .....	28
Ubicación taxonómica .....	28
Características morfológicas .....	29
Síntomas .....	29
Condiciones que favorecen al patógeno .....	30
Tipos de control .....	31
Control biológico .....	31
Control cultural .....	31
Control químico .....	31

Marchitez del chile ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....	32
Damping-off o ahogamiento .....	33
Agentes causales .....	33
MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
Localización del área experimental .....	35
Material biológico .....	35
Purificación de bacterias .....	35
Reproducción de bacterias .....	36
Conteo de esporas .....	36
Conservación de bacterias.....	37
Producción de plántulas de chile jalapeño ( <i>Capsicum annuum</i> ).....	37
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
Experimento en invernadero .....	38
Experimento en campo .....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
CONCLUSIONES .....	47
LITERATURA REVISADA .....	48
APÉNDICE .....	57

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAG.
1	Análisis de los rendimientos de Chile jalapeño ( <i>Capsicum annuum</i> ) en invernadero bajo tratamientos por la aplicación de bacterias esporuladas promotoras del crecimiento..... 40
2	Análisis de los rendimientos de Chile jalapeño ( <i>Capsicum annuum</i> ) en campo, bajo tratamientos por la aplicación de bacterias esporuladas promotoras del crecimiento. .... 42
3	Comparación de medias de plantas muertas por la enfermedad conocida como secadera del chile causada por patógenos del suelo..... 44
4	Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño primer corte en campo..... 57
5	Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño segundo corte en campo..... 58
6	Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño tercer corte en campo..... 59
7	Análisis de varianza del rendimiento obtenido en invernadero del primer corte de los diferentes cepas antagónicas usadas..... 60
8	Análisis de varianza del rendimiento obtenido en invernadero con los diferentes tratamientos en el segundo corte..... 61
9	Análisis de varianza del rendimiento obtenido en invernadero de acuerdo a los diferentes tratamientos usados en el tercer corte..... 62

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
1 Comparación de medias obtenidas del rendimiento en campo, de acuerdo a las cepas antagónicas utilizadas primer corte de fruto.....	63
2 Comparación de medias obtenidas del rendimiento en campo de los diferentes tratamientos de acuerdo al segundo corte.....	63
3 Comparación de medias obtenidas del rendimiento obtenido en campo de los diferentes tratamientos de acuerdo al tercer corte .....	64
4 Comparación de medias del rendimiento obtenido en invernadero de acuerdo a las cepas antagónicas en el primer corte. ....	64
5 Comparación de medias en rendimiento obtenido en invernadero de los diferentes tratamientos de acuerdo al segundo corte.....	65
6 Comparación del rendimiento obtenido en invernadero de acuerdo a los diferentes tratamientos corte tres de fruto.....	65

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum*), es de gran importancia en nuestro país, ya que es un producto indispensable en la dieta de alimentación de las familias de México, que lo consume como verdura fresca y procesado en salsas, polvo o encurtidos por lo que tiene una amplia distribución en todo el país, cultivándose diferentes tipos que tienen formas, tamaños, colores y sabores, muy variables siendo los de mayor importancia los chiles anchos, jalapeños, serranos, pasilla (*anaheim*) y en menor proporción los chiles dulces, de los cuales un gran número se utiliza con fines de exportación (Barreiro, 1998).

Evidencias arqueológicas han permitido estimar que esta hortaliza fue cultivada desde el año 7000 al 2555 A. C. en las regiones de Tehuacan, Puebla y Ocampo, Tamaulipas; su cultivo ha trascendido hasta nuestros días de tal forma que hoy se producen en todos los estados de la República Mexicana. El género *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes y de la cuenca alta del Amazonas – Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). *C. annuum* se estableció en México donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles (Vavilov, 1951; citado por Valadéz 1996). Este cultivo se encuentra en casi todos los mercados llegando incluso a trascender las fronteras; tuvo inmediata aceptación en Europa, Asia y la India, después del descubrimiento de América; hoy en día tiene una aceptación nacional y mundial (Laborde y Pozo, 1984).

El cultivo del chile tiene gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera reportándose una demanda de 120 a 150 jornales/ha; es una hortaliza que genera

divisas para México ya que su principal mercado se encuentra en Estados Unidos y Canadá en el ciclo invierno – primavera (Valadéz, 1996).

En el cultivo del chile se presenta la enfermedad conocida como secadera del chile, por las características que presenta, una marchitez de la planta y sus agentes causales son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp*, *Phytophthora capsici*, (García, 1980). y debido al grado de severidad de plantas muertas, ocasionado por estos patógenos surge el interés de este proyecto, usando bacterias antagónicas como *Bacillus subtilis* promueve el desarrollo de la planta que desarrolla toxinas que producen efectos inhibitorios sobre los patógenos.

De acuerdo a lo anterior y a la gran importancia de lo que hoy en día es el control biológico, se generaron los siguientes objetivos e hipótesis.

### **Objetivo:**

- Observar el efecto de las bacterias esporuladas sobre el crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum L*).
- Analizar los efectos y beneficios que se tienen en la producción de chile jalapeño.

### **Hipótesis:**

Con el método de control biológico se obtiene un mejor desarrollo y crecimiento del cultivo, y mejor producción y a la vez que no se tienen residuos tóxicos ni contaminación al ambiente.

## REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo del chile (*Capsicum annuum* L) es afectado por enfermedades entre las que destacan las ocasionadas por un complejo de hongos del suelo, que causan un marchitamiento a la planta, originando pérdidas económicas considerables; los métodos de control varían de una enfermedad a otra dependiendo del tipo de patógeno, del hospedero, y de la interacción que existe entre los dos y su medio ambiente (Agrios, 1996).

En Ramos Arizpe, Coahuila, la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* es conocida regionalmente como el “triste” y se presenta en todas las áreas dedicadas a este cultivo, causando grandes pérdidas (García, 1980).

En la búsqueda de nuevas alternativas de manejo, que afecten y contaminen nuestros suelos y medio ambiente, surge la necesidad de utilizar un manejo de enfermedades, mediante un control biológico.

El interés por el estudio de los antagonistas a fitopatógenos del suelo, se inicia con el descubrimiento de la producción de la penicilina por el hongo *Penicillium notatum*, hecho por Fleming en 1928 (Valadéz, 1996). y la demostración de su uso medico, sin embargo, es hasta la década de los 60's en que los fitopatólogos muestran un marcado interés por el control biológico.

Algunas de estas posibles razones para dejar de utilizar productos químicos son:

1. La contaminación del medio ambiente.
2. El problema de salud y seguridad pública inherente a la producción y aplicación de plaguicidas.
3. El costo es cada vez más elevado de los plaguicidas.
4. Problemas de resistencia de los parásitos a los plaguicidas.

A pesar de lo anterior, el desarrollo del control biológico de fitopatógenos ha sido relativamente lento y quizás el mayor obstáculo en el desarrollo de éste, ha radicado en querer verlo como un método de exterminación que va a resolver todos los problemas fitosanitarios de los cultivos, en lugar de considerarse como una de las partes importantes de un programa de control, podría llegar a establecerse un equilibrio, de tal forma que las poblaciones de los fitopatógenos podrían mantenerse en un nivel tal, que su impacto económico sería mínimo o nulo (Zavaleta, 1994).

Las bacterias del género *Bacillus*, son habitantes del suelo, del heno, del polvo, de la leche y del agua (Bryan, 1974). La especie *Bacillus subtilis*; es la que más se ha utilizado en contra de fitopatógenos de origen en el suelo. La cepa A<sub>13</sub> de *B. subtilis* ha inhibido el crecimiento invitro de varios fitopatógenos, y además ha mejorado el crecimiento de varias especies en suelos naturales, también, ha sido utilizado como tratamiento a la semilla (Gustafson, 1993).

## Clasificación Taxonómica

La clasificación botánica del chile (*Capsicum annum*) según Janick (1965).

Reino.....Vegetal  
División.....Tracheophyta  
Subdivisión .....Pteropsida  
Clase.....Angiospermae  
Subclase.....Dicotyledoneae  
Orden.....Solanaceales  
Suborden.....Solanaceae  
Género.....*Capsicum*  
Especie..... *annuum*.

## Descripción botánica

El chile jalapeño (*C. Annuum*) es una planta anual en zonas templadas y perenne en tropicales, es muy variable, herbácea, solo

arbustiva, algunas veces leñosas en base, erecta y muy ramificada, alcanza una altura de 1.0 a 1.5 m se cultiva como anual.

### **Raíz:**

Cuenta con un sistema radical pivotante y profundo que puede llegar a medir de 70 a 120 cm. La raíz principal es muy fuerte en ella se desarrollan profusamente varias raíces laterales, extendiéndose hasta 1.0m con un gran número de raíces adventicias (Valadéz, 1996).

### **Tallo:**

El tallo es de crecimiento limitado y erecto que mide en termino medio de 0.5 a 1.5 m y cuando las plantas adquieren una cierta edad los tallos se lignifican ligeramente. (SARH, 1994).

### **Hojas:**

Las hojas son simples y varían mucho en tamaño, son lampiñas o subglabras, enteras, ovales o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm. de largo y 0.5 a 7.5 cm de ancho (Guenkov, 1974; citado por Pérez et al., 1997).

### **Flores:**

Las flores, son generalmente solitarias, terminales, pero su forma de ser parecen ser axilares, sus pecíolos miden más de 1.5m de longitud; su cáliz es campánulado, ligeramente pentadentado,

aproximadamente de 2 mm, cubriendo la base de los frutos (SARH,1994).

### **Fruto:**

El fruto, que es la parte aprovechable y se le conoce con el nombre de chile, se compone de pericarpio, endocarpio y semilla; el pericarpio empieza a crecer después de la polinización de los óvulos (Pérez et. al., 1997); su color verde del fruto se debe al alto contenido de clorofila acumulada en las capas de la periferia; otros colores son debido a pigmentos como licopercisina, xantofila y caroteno; y su picosidad (pungensía) es debido al pigmento capcisina (Valadéz, 1996).

### **Semilla:**

La semilla del chile tiene forma deprimida reniforme, es lisa, sin brillo, de color blanco y amarillamiento; las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de los fruto grandes; generalmente el peso del fruto de las semillas de las distintas variedades no es igual y oscila entre los límites de 3.8 a 8.0 g. el poder germinativo de las semillas frescas, es en general de 95 a 98% y se mantienen durante 4 a 5 años si las condiciones son favorables (Guenkov, 1974; citado por Pérez et. al., 1997).

## **Generalidades del cultivo**

En México el chile tiene una larga tradición cultural, se especula que pudo haber sido la primer planta cultivada por el hombre en Mesoamérica, este cultivo y otros como el maíz, frijol y calabaza fueron y siguen siendo parte fundamental en la alimentación de diversos pueblos de América (S A R H.,1994).

En México el cultivo del chile ocupa un lugar de importancia dentro de las hortalizas ya que se consume en altas cantidades (Córdoba et. al., 1998); no obstante, el 80% de la producción se consume internamente lo que determina su interés como alimento, ya que además de poseer vitaminas y minerales, es un condimento que esta presente en la mayoría de los platillos mexicanos (Barreiro, 1998).

A nivel mundial los principales países productores de chiles son: China, España, Turquía, India, Nigeria y México, donde tan solo ocupa el cuarto lugar en superficie cultivada. En la actualidad, en México, del total de la superficie cosechada de chile aproximadamente el 40% se destina a la producción de chiles secos, ancho, mulato mirasol, pasilla, puya, chipotle, etc. (S A R H., 2001).

## **Control biológico**

Se define como la destrucción total o parcial de las poblaciones de patógenos por medio de otros organismos, frecuentemente ocurre en la naturaleza (Agrios, 1996).

De alguna manera este tipo de control ha existido siempre, ya que en la naturaleza se regulan entre si, se altera por la interacción de diversos factores, principalmente el hombre por manipular estas poblaciones para obtener beneficio. El control biológico, de los patógenos del suelo ha sido estudiado por mas de 65 años (Zavaleta, 1994).

El control biológico no solo se utiliza para abatir poblaciones de patógenos, sino también otro tipo de organismos, como insectos nematodos y malezas. En la actualidad el control biológico en fitopatología ha sido enfocado principalmente a fitopatógenos habitantes del suelo (rizosfera), es ampliamente aceptado como uno de los métodos más antiguos y más eficaces para el control de plagas y enfermedades de las plantas. El método biológico es económico, específico, evita desarrollo de resistencia y no es residual (Zavaleta, 1994).

Los microorganismos que crecen en la rizosfera y que son antagónicos del suelo son ideales para usarse como agentes de control biológico, ya que la rizosfera provee la línea frontal de defensa para las raíces contra el ataque de los patógenos, a demás de que es una alternativa que a dado resultado para algunas enfermedades de la raíz como es el caso del control de la marchitez de varios cultivos con el producto comercial Quantum-4000, el cual esta formulado a base de *Bacillus subtilis* (Weller, 1998).

Las especies de *Bacillus* son las mas estudiadas por su amplia variedad en la habilidad de controlar enfermedades en plantas. Las

especies de este genero son las mas sobresalientes para el control biológico de fitopatógenos dada que producen endosporas que son tolerantes a la temperatura y desecación (Alexander, 1980).

### **Interacciones entre otras especies**

Los microorganismos dependen entre especies, uno de otro para obtener sustancias de crecimiento, pero al mismo tiempo ejercen influencias dañinas, por lo que se observa efectos benéficos y dañinos.

Por lo que puede existir cierto número de posibles interacciones entre dos especies:

- a) Neutralismo, en la cual dos microorganismos son totalmente independientes.
- b) Simbiosis, los dos simbioses dependen uno de otro ambos se benefician por la relación.
- c) Protooperacion, beneficio mutuo para las dos especies sin ser obligatoria para su existencia.
- d) Comensalismo, solamente una especie obtiene beneficio y la otra no se ve afectada.
- e) Competencia, las dos especies no son beneficiadas.
- f) Amensalismo, una especies es suprimida mientras la otra no es afectada y
- g) Parasitismo y depredación, el ataque directo de un organismo hacia otro (Alexander, 1980).

### **Antagonismo**

Si en una caja petri con medio de cultivo es inoculada con suelo y crecen muchas colonias, en donde algunas de ellas presentan un halo

claro que muestra inhibición de crecimiento de otras colonias vecinas debido a un antibiótico o bien, a la producción de un ácido, a este fenómeno se le conoce como antagonismo (Walter et al. 1982).

Todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro, se considera que es un organismo antagonista. Esta relación antagónica puede manifestarse por antibiosis, reacciones inmunológicas, competencia, parasitismo y predación; siendo las más importantes en el control biológico de fitopatógenos el hiperparasitismo, la antibiosis y la competencia (De la Garza, 1996)

### **Antibiosis**

Es la inhibición o destrucción de un organismo por el producto metabólico de otro; es extremadamente común entre los microorganismos, las contaminaciones bacterianas, que con frecuencia detienen en los medios de cultivo el desarrollo de los hongos (De la Garza, 1996 y Stakman, 1957). Se le considera como antagonismo al efecto de metabolitos específicos y no específicos de origen microbiano por agentes líticos, enzimas, compuestos volátiles u otras sustancias tóxicas (Frabel, 1988).

### **Inhibición**

Es la reducción del crecimiento microbiano a causa de una disminución del número de organismos presentes, o de alteraciones en el entorno microbiano (Madigan et al., 1998).

## **Competencia**

Cuando dos especies ocupan un mismo hábitat y utilizan uno u otro de los mismos recursos, ambas poblaciones crecerán hasta un punto en que la mortalidad se equilibre con la reproducción. Cuando es esencial cualquiera de los recursos comunes, las dos poblaciones serán inevitablemente más pequeñas que si ocuparan solo el hábitat, una de ellas (Nason y Dehann, 1982).

## ***Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn 1872**

### **Hábitat:**

*Bacillus subtilis* es un habitante del heno, polvo, suelo y en el agua principalmente.

### **Características morfológicas**

La forma de *B. subtilis* es de bastones rectos o curvos, con los extremos redondeados, su agrupamiento es aislado y algunas veces en cadenas cortas, su tamaño oscila entre 3 y 4 micras por 1 micra, su formación de esporas es ecuatorial, dichas esporas son subterminales, ovoides y que germinan, lateralmente miden 1.2 micras por 0.6 micras. Son bacterias de tipo gram(+) y además no son ácido resistentes, su flagelación es peritrica con ocho o dos flagelos (Bryan et al., 1974).

### **Características fisiológicas**

La temperatura óptima para el desarrollo de esta bacteria es de 37°C, es aeróbica y anaeróbica facultativa, posee una producción baja de ácido sulfhídrico, no forma indol, sus esporas son capaces de resistir la ebullición durante horas (Gustafson, 1993).

### **Desarrollo de *B. subtilis* en diferentes medios de cultivo**

#### **Agar**

Forma colonias pequeñas, de color grisáceas, con un centro más oscuro, rodeado de un halo mas claro con un borde espeso. Se emulsiona difícilmente y la superficie es finamente granulosa.

### **Agar inclinado**

Se desarrolla una capa delgada que se extiende de color blanco grisáceo, opaco y a veces corrugado.

### **Gelatina**

Su desarrollo es filiforme, con licuefacción rápida. En la superficie se forma una membrana gruesa y blanca que se adhiere a los lados del tubo.

### **Leche tornasolada**

Parcialmente coagulada peptonizada y decolorada de arriba hacia abajo.

### **PDA**

Desarrollo exagerado, blanco amarillento, cremoso, que se torna de color rosa, con vesículas sobre la superficie, posteriormente se vuelve seco y harinoso.

### **Caldo nutritivo**

Desarrollo turbio que termina aclarándose, con desarrollo superficial coherente.

## **Suero sanguíneo**

Desarrollo en extensión, con licuefacción lenta según Bryan et al., (1974).

## **Formas de inhibición de *B. subtilis***

*B. subtilis* produce su efecto inhibitorio sobre los fitopatógenos, por lo menos por dos procesos. El primero de estos es llamado ocupación de un nicho, teóricamente por la presencia de *B. subtilis* en la superficie de la raíz, metabolizando los exudados que pueden ser utilizados por los patógenos, lo que hace que sea suficiente para inhibir el ataque de los patógenos.

El segundo proceso por el que *B. subtilis* puede inhibir el ataque de fitopatógenos, es una extensión del primer proceso. Como *B. subtilis* crece en las superficies de las raíces, esto puede producir sustancias químicas que inhiben el desarrollo de fitopatógenos (Gustafson, 1993).

## **Antibióticos producidos por *B. subtilis***

De las sustancias producidas por *B. subtilis* se ha identificado un antibiótico de la familia del iturin, el iturin D, que muestra un efecto supresivo sobre *Collectotrichum trifolii* en el cultivo de la alfalfa (Douville y Boland, 1992).

Se ha obtiene de una cepa de *B. subtilis* una sustancia denominada *subtilina* uno de los 32 péptido aminoácidos con actividad

antimicrobial, encontrando que también la *nisina*, un péptido con propiedades similares.

Se ha investigado sobre la producción del antibiótico *iturina*, un péptido con efectos antifungicidas y efectivo en la supresión de fitopatógenos, usando residuos de soya en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad para tener una producción eficiente (Ohno et al., 1993).

La *iturina A* y la *surfactina* son dos polipéptidos producidas por algunas cepas de *B. subtilis*. La *iturina A* posee propiedades antibióticas, mientras que la *surfactina* es un agente surfactante (Magent-Dana et al., 1993).

## **Antecedentes de uso de *Bacillus subtilis* contra fitopatógenos**

En trabajos realizados con *Bacillus subtilis* como antagonistas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* causante del marchitamiento de la sandía en invernadero, se encontró que con aplicaciones de *B. subtilis* hubo menor incidencia de la enfermedad que en el testigo (García y Díaz, 1991).

En un trabajo donde se utilizó una cepa de *B. subtilis* aislada de la rizosfera de un semillero de abeto chino, se encontró que inhibió el crecimiento de *Rhizoctonia solani* además de otros nueve hongos fitopatógenos (Yang, 1992).

Varios investigadores evaluaron la acción de doce cepas de *B. subtilis* contra *Puccinia pelargonii-zanalii* agente causal de la roya del geranio. Tres de las doce cepas evaluadas redujeron significativamente la severidad de la enfermedad (Rytter et. al., 1989).

Se ha probado la efectividad antagónica de *B. subtilis* contra el hongo causal de la muerte regresiva de la vid (*Eutypa lata*) en vitro, y se encontró que inhibió el 91.4% el crecimiento micelial y el 100% de la germinación de las ascosporas (Ferreira et al., 1991).

El aislamiento B<sub>13</sub> de *B. subtilis* reduce altamente la incidencia del marchitamiento del algodón en el campo (Branner y Backman, 1993).

## **Enfermedades del suelo**

### ***Phytophthora capsici*, leonina.**

*P. capsici*, puede provocar la podredumbre en el cuello causando una brusca marchitez, sin amarillamiento previo.

## **Características morfológicas**

*Phytophthora capsici* presenta micelio muy ramificado, liso o con hinchamiento; forma una colonia de apariencia finamente radiada; es una especie heterotalica, que forma anteridio anfígenos y esporangios capilados, alargados, con un óptimo termino de crecimiento elevado 26-32 ° C (Smith ,et al., 1992).

Esporangios desiguales de forma muy variable, predominando los ovoides, elípticos, ovalo-alargados y globosos, con una vacuola en el centro, 28-123 micras de largo y 21-50 micras de ancho las clamidosporas son ausentes; oogonios esféricos o subesféricos de paredes lisas terminales; anteridios claviformes; terminales anfiginios, de 2-21 micras de largo por 12 a 17 micras de ancho; oosporas generalmente apleróticas; esféricas a subesféricas, presentan una pared gruesa y lisa, de color amarillo a castaño, de 24 a 26 micras de diámetro (Romero, 1988). Según González (1979) los micelios son compatibles en este hongo ( $A_1$  y  $A_2$ ); el gameto masculino (anteridio) produce un tubo de fertilización a través del cual uno o más núcleos pasan al gameto femenino (oogonio), al fusionarse ambos núcleos se convierte en una oospora.

## **Importancia y distribución**

Este hongo fue encontrado por primera vez en Nuevo México, E. U. A., por Leonina (1922) atacando el cultivo del chile. En México fue descubierto por Galindo en el año 1956 atacando plantaciones de chile en los campos de la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, México (Romero, 1993).

La importancia de este hongo es que ocasiona daños del 80% en las zonas productoras de chile: en el Bajío, Aguascalientes y San Luis Potosí, también se ha encontrado afectando a las cucurbitáceas

(calabaza, pepino, sandia, melón); al tomate y berenjena; en Nayarit y Jalisco causa daños hasta un 50% (Anaya y Romero, 1999).

## Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica de acuerdo Alexopoulos *et al.*, 1996 es la siguiente.

Reino.....Mycetae  
División.....Mastigomycota  
Clase.....Oomycetes  
Orden.....Peronosporales  
Familia.....Pythiaceae  
Género.....*Phytophthora*  
Especie..... *capsici*.

## Síntomas

Inicia con una marchitez leve de la planta; después de tres a cuatro días, se marchita completamente observándose en el cuello un necrosamiento muy marcado y al realizar un corte en la parte afectada se nota un coloración café oscura.

Las plantas enfermas muestran una banda parda oscura la cual se nota en el cuello de la raíz; debido a lo cual se marchitan y mueren. En hojas y ramas presentan lesiones como tizón. Los frutos afectados permanecen adheridos a la planta, en ellos se forman manchas acuosas

cubiertas por el micelio del hongo y las semillas del fruto también son afectadas y al abrirlas, se observa un micelio que cubre las semillas podridas. Pueden existir infecciones secundarias; causadas por un inóculo transportado por el aire húmedo o por salpique de lluvia, en ramas, hojas y frutos. En las hojas las lesiones primero son de color verde amarillamiento, después cambia a café; en ramas se manifiesta como una pudrición café oscura; en frutos, el tono es verde claro y suave, aunque pronto afecta todo el fruto y posteriormente se cubre de un color blanquecino; por los síntomas que presentan en el cuello y raíz puede confundirse con el ataque de *Rhizoctonia solani* ; pero este causa una pudrición no compacta en el cuello y se desprende la epidermis, en cambio *P. capsici* la pudrición es dura y no se descascara (Smith, *et al.*, 1992).

### **Ciclo de la enfermedad**

*Phytophthora capsici* presenta oosporas que son la única fuente de inóculo primario y sobreviven en el suelo por mas de dos años en ausencia del hospedero. El micelio es una fuente de inóculo secundario, las infecciones en el cuello de la planta se deben a las zoosporas del hongo que son llevadas por el agua e inician la infección por las heridas o los estomas. El marchitamiento se debe a una secreción de toxinas del hongo y el taponamiento de los vasos conductores que es xilema y floema (Mendoza y Pinto, 1985). El hongo sobrevive de una estación a otra en los residuos de cosecha los esporangios se forman en la base del tallo, las cuales liberan zoosporas que son acarreadas por el agua a

otras plantas; el inóculo queda en residuos de cosecha como oosporas en las semillas que son atacadas o en el suelo como micelio u oosporas .

## **Ciclo biológico**

Empieza con la germinación de las zooporas mediante un tubo germinativo que termina en su esporangio después de pasar su periodo de reposo y cuando las condiciones son favorables, posteriormente los esporangios liberan las zooporas  $A_1$  y/o  $A_2$  en presencia de agua, nadando para infectar a la planta o se enquista posteriormente su germinación y la infección formando micelio que produce la infección o de existir dos micelios puede aparcarse para formar las zooporas y también pueden servir como estructuras de resistencia para que en el ciclo siguiente germinen e infecten tejidos susceptibles para iniciar un nuevo ciclo (Romero, 1989).

## **Condiciones que favorecen al patógeno**

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, es decir, en el periodo de fructificación y maduración del fruto, el cual coincide con la época en que se presentan con mayor frecuencia e intensidad las lluvias (S. A. R. H., 1991).

## **Manejo del patógeno**

De acuerdo a Mendoza y Pinto (1985); las aspersiones al follaje y dirigidas al cuello de la planta con Difolatan PH 80% 2gr / litro de agua,

Dithane M-45, Captan, Benlate, Ridomil, Dowco-444, pueden ayudar al manejo de la enfermedad; incluso antes del transplante, se puede sumergir la raíz en una solución funguicida antes de llevarla al campo.

El daño en el cultivo del chile por Damping-off se redujo considerablemente con un tratamiento a la semilla utilizando Fernasan D (25% Thiran +20% Gamma –HCH) a una dosis de 3 gra/ kg de semilla (Hammounda, 1988).

Además del control químico de la enfermedad son necesarias las practicas culturales para prevenir y disminuir la enfermedad: nivelación del terreno para evitar encharcamientos, sembrar semilla certificada y/o desinfectada, usar plantas sanas y resistentes en el transplante, hacer surcos altos, rotación de cultivos aun y cuando no se haya presentado la marchitez, aislar y quemar las plantas enfermas y la eliminación total de los residuos (S. A. R. H –INIA., 1982).

## **Rhizoctonia solani kühn**

### **Antecedentes Históricos.**

A finales de siglo XVIII micólogos Europeos descubrieron un hongo (*Crocus sativus*) parásito del azafrán. En 1801 Bersoon consideró este hongo como una forma estéril y lo clasificó en el genero Sclerotium. Decandolle, en 1815 creó el genero *Rhizoctonia*, en el año 1858 Kühn describe una enfermedad provocada por *Rhizoctonia* sobre papa, el

consideró esta enfermedad distinta a la del “mal virioso” descubriendo al hongo causante de ella como *Rhizoctonia solani* (Walker, 1959).

## **Características**

Este patógeno está distribuido en todo el mundo; ataca un gran número de variedades de plantas silvestres cultivadas. Además puede causar “Damping off” pudriciones o cáncer en el tallo, tizones o manchas foliares y pudriciones durante el almacenamiento de los frutos (León, 1978).

El patógeno no forma esporas, durante su crecimiento vegetativo, se clasifica en el orden del micelio estéril de los hongos imperfectos. Según Alexopoulos et al., (1996), sus características distintivas son: ramificación en ángulo recto (90°C), presencia de un septo tipo doliporo y la constricción de la hifa cerca de un punto de origen. Presenta un micelio estéril incoloro cuando pasa por su etapa juvenil pero se torna amarillo o de color café conforme madura (Agrios, 1995).

## **Importancia**

*R. solani* afecta a un amplio rango de hospederos como frutales, cultivos básicos y otros; produciendo cuantiosas pérdidas. En México la enfermedad ha ocasionado pérdidas hasta del 30% en la producción de lechuga (Gutiérrez y Romero, 1980); en el cultivo del frijol origina pérdidas superiores al 50% (Campos, 1987).

Suele presentarse en forma endémica, debido a su naturaleza es difícil controlar tiene un amplio rango de hospederos y puede sobrevivir en el suelo en desechos vegetales por largos periodos de tiempo (Banville, 1989; Frank y Leach, 1980; Zimmer y Rossell, 1981).

Comúnmente se asocia con problemas como fallas en la emergencia de plántulas, desigualdad en el crecimiento y reducción en el rendimiento, lesiones en las partes bajas de los tallos (Schultz y Crispin, 1989).

### **Ubicación taxonómica**

Alexopoulos y Mims, 1979. Clasificación a *Rhizoctonia solani* Kühn de la siguiente manera.

Súper reino.....Eukaryota  
Reino.....Myceteae  
División.....Amastigomycota  
Subdivisión.....Deuteromycetes  
Subclase.....Hyphomycetidae  
Orden.....Agonomycetales  
Género.....*Rhizoctonia*  
Especie..... *solani*

## **Características morfológicas**

Las características más típicas de *R. solani* son sus ramificaciones en ángulo recto (90°C) con ligeras constricciones en el punto de origen de la ramificación. Las hifas son algo gruesas y cuando son jóvenes tienen sus células multinucleadas y se ramifican cerca de la septa distal de la célula (Hooker, 1990).

*Rhizoctonia solani* rara vez produce un estado perfecto, el basidiomiceto conocido como *Thanatephorus cucumis*, ésta etapa perfecta se forma cuando hay suficiente humedad tiene un aspecto de un mildiu fino y se desarrolla sobre el suelo, hojas y tallos infectados se encuentran inmediatamente por arriba de la superficie del suelo. Los basidios tienen forma de barril, se forman sobre una capa membranosa de micelio y tiene 4 esterigmas, cada uno de los cuales lleva una basidiospora ovoide (Agrios, 1985).

## **Condiciones que favorecen a la enfermedad**

Usar semilla infectada con esclerocios favorece el incremento del inóculo en el suelo; las condiciones ambientales que favorecen al patógeno son temperaturas del suelo, humedad. Temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 18°C disminuyendo cuando la temperatura aumenta. Los niveles altos de humedad y sobre todo la falta de drenaje tienden a incrementar la formación de esclerocios (Hooker, 1990).

La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados; la infección de

las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo que cuando el crecimiento es rápido aún cuando la humedad y la temperatura, sean favorables para el hongo (Agrios, 1985).

## **Síntomas**

Los síntomas de *Rhizoctonia solani* pueden variar en diferentes cultivos, en el mismo hospedero dependiendo de la etapa de crecimiento de la planta al menos se diferencian cuatro fases.

Una clorosis acompañada de un achaparramiento debido a los cánceres ocasionados en la base de los tallos, de una coloración café-rojiza; destrucción de raíces y en los tubérculos se forman esclerocios (Agrios, 1985).

En condiciones favorables ataca plántulas o poco después de la emergencia del suelo, las lesiones son hundidas y de tamaño variable con coloraciones de color café canela a café rojizo, y pueden llegar a cubrir todo el tallo y destruir las raíces debilitando a la planta o causando un acentuado amarillamiento (Mendoza y Pinto, 1983).

## **Medidas de control**

### **Control biológico**

La premisa del control biológico descansa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales.

El control biológico de los patógenos de las plantas es un área de investigación relativamente nueva y prometer ser una de las formas aceptables en el control de las enfermedades debido al pobre desequilibrio que ocasiona (Huffaker, 1985).

## **Control microbiológico**

Dentro de los agentes factibles para usarse con el control biológico de patógenos lo constituyen principalmente las rizobacterias y micorrizas.

Entre las rizobacterias que se han probado por sus efectos de control *Actinoplanes*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Amorphosporangium*, *Artrobacter*, *Azobacter*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *flavubacterium*, *Hafnia*, *Micromonospora*, *Pseudomonas*, *Pasteuria*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Serratia*, *Streptomyces* y *Xanthomonas*. La selección y formulación del candidato como agente de control biológico, es un factor importante ya que debe de establecerse durante un gran periodo sobre el material colonizado y adaptarse a muchos factores edáficos, incluyendo temperatura, humedad, pH, y otros factores ambientales como desechos de plaguicidas (Weller, 1988).

## **Control químico**

Consiste básicamente en la aplicación de productos químicos, para la erradicación de organismos plagas.

La desinfección de las semillas con formaldehído, aplicaciones preventivas, cuando las temperaturas de la noche sean por arriba de los 21°C o temperaturas del día mayores de 28°C, con fungicidas de contacto, como el clorotalonil (Agrios, 1991).

El uso de semilla libre de la enfermedad, como medida combinada con el tratamiento a la semilla con fungicidas sistémicos, son eficientes. Los tratamientos al suelo con PCNB reducen el inóculo, pero los beneficios no justifican su costo (Hooker, 1990). Se ha recomendado prevenir las enfermedades ocasionadas por *R. solani*, eligiendo semilla sana y tratarla con pencycuron (Bayer, 1993)

## **Importancia**

Las especies de *Fusarium* están ampliamente distribuidas en el suelo, ciertas especies de este genero también se le ha encontrado causando enfermedades en el hombre y los animales así como pudriciones en los alimentos almacenados produciendo toxinas de diversos grados de peligrosidad para el que los consuma (Booth, 1971; citado por Montes, 1994).

## **Distribución**

En México *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* se han reportado afectando al cultivo del chile, principalmente en las zonas productoras del país sobre todo en Durango, Zacatecas. Este patógeno

se encuentra reportado en el Bajío, valle fuerte, norte de México, Nayarit y valle de Actopan Hidalgo (Sánchez, 1983 citado por Flores, 1995)

Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo (Walker, 1952). Este hongo ha sido reportados como fitopatógeno en varios países de África, en Japón, Australia, y México (Melhus y kentt,1939). Así mismo el patógeno es mas común en áreas tropicales y subtropicales, sobre todo en suelos de textura arenosa (León, 1982).

## ***Fusarium oxysporum***

### ***Ubicación taxonómica***

*Fusarium oxysporum* de acuerdo a Alexopoulos y Mims (1979), esta clasificado de la siguiente manera:

Súper reino.....Eukaryonta

Reino.....Myceteae

División.....Amatigomycota

Subdivisión .....Deuteromycotina

Clase.....Deuteromycetes

Subclase.....Hyphomycetidae

Orden.....Moniliales

Familia.....Moniliaceae

Género.....*Fusarium*

Especie..... *oxysporum*.

## **Características morfológicas**

Produce tres tipos de esporas que son asexuales y se pueden formar al mismo tiempo (Melhus y Kent, 1939). Las esporas hialinas son de dos clases: las macroconidias, cuando son esporas septadas de más de dos células y microconidias, cuando son de una célula simple. Las clamidosporas son de color café-oscuro de pared celular gruesa. Las conidias se desarrollan sobre las hifas en conidioforos cortos que son ramificados y se encuentran en un esporodoquio (Melhus y Kent, 1939; Streets, 1978). Las microconidias son de una célula en forma oblonga u ovoide, simples o en cadenas; las macroconidias son curvadas de dos células o más, con terminaciones más o menos puntiagudas, con un pie definido (Barnett y Hunter, 1972; Streets, 1978).

## **Síntomas**

Las plantas pueden ser afectadas en todos los estados de desarrollo, pudiendo incluso pudrirse las semillas recién germinadas en el suelo (Walker, 1952; Díxon, 1981). Sobre plantas jóvenes causa ahogamiento, podredumbre cortical y achaparramiento (Díxon, 1981). Los cotiledones y hojas jóvenes se tornan cloróticas y al poco tiempo se marchitan, el hipocotilo puede ser ceñido por una podredumbre blanda acuosa (Walker, 1952; Díxon, 1981).

En plantas adultas, las hojas se arrugan y se secan en las partes terminales de las guías, el patógeno también es responsable de las lesiones necróticas en el sistema radical; se presenta gomosis, que se deriva de una serie de gotitas que son emanadas sobre las necrosis laterales del tallo (Díxon, 1981). Muerto el hospedero, desarrolla micelio algodonoso produciendo sobre la superficie del tejido muerto gran cantidad de microconidias, macroconidias y clamidosporas, especialmente en tiempos húmedos (Walker, 1952).

## **Condiciones que favorecen al patógeno**

El organismo requiere para su desarrollo óptimo en medio de cultivo una temperatura alrededor de 27°C, mientras que el daño en las plantas ocurre a temperaturas del suelo de 20-30°C.

El hongo es capaz de invernar sobre tejido muerto de las plantas en el campo o como organismo de vida libre en el suelo (Melhus y Kent, 1939). De esta forma, puede sobrevivir en el suelo en materia orgánica, hasta dieciséis años, aun en ausencia de plantas susceptibles (León, 1982).

El hongo puede ser introducido en semilla a nuevas áreas, o por cualquier otro medio que movilice plantas infectadas, como: arados, rastras, el hombre, ganado, etc. (Walker, 1952; León, 1982).

La persistencia del hongo en suelo favorece cuando la humedad alcanza niveles de 70% de la capacidad de retención (CRH): se favorece también en suelos limosos, pero no en arena fina o arcilla. A

40% de CRH no existe diferencia en la sobre vivencia en los diferentes tipos de suelos (Díxon, 1981)

## **Tipos de control**

### **Control biológico**

Olivares señala en 1993 que *Bacillus* sp. inhibió a *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Alternaria* en condiciones de invernaderos y que el tratamiento de la semilla certificada con *Bacillus subtilis* al trasplantar redujo considerablemente la marchitez.

### **Control cultural**

Existen reportes sobre uso de plásticos como cobertura del suelo, lo mas recomendable para disminuir parcialmente la presencia de *Fusarium oxysporum* en el cultivo del tomate (Ramírez, 1989).

### **Control químico**

Productos a base Benlate solo abaten la población del fitopatógeno, ya sea porque muchas esporas son capaces de evadir la acción fungicida, o porque los mismos fungicidas, que pueden actuar como agentes mutagénicos, dar por resultado que varias esporas adquieren resistencia (Romero, 1993).

## **Marchitez del chile (*Capsicum annuum*)**

Un marchitamiento se designa como aquella enfermedad que ocasiona la pérdida de vigor y frescura, las plantas afectadas quedan colapsadas, esto puede deberse a un suministro inadecuado de agua, a una excesiva transpiración, a una enfermedad vascular, que interfiere con la utilización del agua de la planta ya sea por bloqueo físico de los vasos o por efecto de una toxina producida por el patógeno. En cuanto a su naturaleza se pueden diferenciar dos grupos de marchitamiento: fisiológico y patológico (García, 1980).

El marchitamiento fisiológico consiste en la pérdida de turgencia de los órganos de la planta, debido a una disminución de agua en el contenido celular (Sarasola, 1975). De acuerdo a Manners, (1986), el marchitamiento patológico es debido principalmente a la infección vascular por los patógenos que causan el colapso de los órganos afectados y con esto la marchitez.

La marchitez por el ataque de un patógeno se debe a la presencia y actividad de este en los tejidos vasculares xilémicos de las plantas. En pocas semanas los patógenos pueden ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos que se localizan por arriba de la invasión vascular (Agrios, 1991).

Esta enfermedad es principalmente ocasionada por los siguientes patógenos pertenecientes a los géneros: *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium* y *Rhizoctonia* que pueden afectar a una gran cantidad de cultivos entre ellos el chile.

## **Damping-off o ahogamiento**

En México no existe un término adecuado que designe esta enfermedad, en muchas regiones se le llama ahogamiento, secadera o muerte rápida de plántulas, el Damping-off se caracteriza por un ahogamiento o constricción o una pudrición de tejidos a nivel del suelo, o bien una pudrición preemergente de las plántulas (Mendoza y Pinto, 1983; citado por Gabriel, 1995).

García, (1980), menciona que, de los hongos que causan ahogamiento *Pythium* por lo general se asocia con la fase preemergente y *Rhizoctonia* con la fase pos-emergente, puede causar la pudrición de la semilla o la pudrición de la raíz principal, o mientras que en las plántulas con mas de tres hojas, estos patógenos ya no provocan daño tan fácilmente pero pueden ser dañadas por *Phytophthora* que les causa la marchitez.

## **Agentes causales:**

La marchitez es causada por diferentes hongos dependiendo de la planta y las condiciones del clima, pero lo mas importante es la humedad del suelo, *Fusarium*, *Alternaria* y *Rhizoctonia* estos hongos solo afectan a

plántulas y con mayor frecuencia a plantas, mientras que *Phytophthora* afecta plántulas y plantas en producción por igual, pero principalmente si existe un exceso de humedad en el suelo (Flores y Frias, 1992)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área experimental

El área experimental en campo se ubico en el lugar conocido como Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en el invernadero del departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad.

### Material biológico

En aislado de la cepa B15 se obtuvo del proyecto “Aislamiento e identificación de actomicetos de la rizósfera del suelo con actividad antagónica contra *R. solani* de las zonas paperas de Coahuila y Nuevo León (Castillo, 2001); el aislado BCC-1 se obtuvo de un cepa contaminada de laboratorio de cultivo de *Colletotrichum coccodes*; la cepa \* 3 es producto de proyecto de Tesis en proceso de Romel de la Garza; y *B. subtilis* aislado del producto comercial Kodiak<sup>MR</sup>. Que son reproducidas en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### Purificación de bacterias

En el procedimiento de purificación de las colonias de bacterias antagónicas (B<sub>15</sub>, \*3, BCC-1, Kodiak,), se procedió al llenado de las cajas petri con agar nutritivo (AN), se realizo la siembra en las cajas pretri con 4 cuadrantes con el método de las estrías se flameo el asa en un mechero para su esterilización y se procedió a la siembra en el primer cuadrante y se tomo el inculo por un extremo de la estría mas fina para

el segundo cuadrante y así en el tercer y cuarto cuadrante se realizo el mismo procedimiento, se realizo el mismo procedimiento para cada una de las bacterias antagónicas, después de realizar las siembras se sellaron las cajas petri con Kleen pack y se incubo a una temperatura de 28° C por 48 horas. Transcurrido el periodo de incubación se seleccionaron aquellas colonias del ultimo cuadrante para transferirlas con un asa microbiológica estéril a otra caja petri con agar nutritivo (AN) nuevo, posteriormente se incubaron por 24 horas a una temperatura de 28° C al termino del tiempo de incubación se realizo la tinción de Gram, par comprobar la pureza de las bacterias.

### **Reproducción de bacterias**

Esta se realizo en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología con el siguiente procedimiento, se utilizaron frascos de 2 litros pero únicamente se prepararon 250 ml de agar nutritivo, con una micro pipeta de un mililitro se tomo la bacteria y se disperso en el frasco para su reproducción se dejó 72 horas a una temperatura de 28° C, después del termino de el tiempo se realizó un lavado con agua estéril, para extraer las bacterias del frasco y colocarlas en tubos de ensaye de 30 ml, para posteriormente realizar el conteo de esporas.

### **Conteo de esporas**

De una muestra en suspensión stock de *Bacillus* sp. clave B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*), BCC- 1 (*Bacillus polymyxa*), Kodiak (*Bacillus subtilis*), fueron diluidas cada una en 1:10 en agua estéril, el procedimiento de conteo se efectuó realizando conteos totales de esporas en cinco cuadros grandes

y dividiéndolo en cinco para sacar el número de esporas por cuadro grande y el resultado se multiplica por 10 y 10000 para obtener el número de esporas por mililitro y así mismo su concentración.

### **Conservación de bacterias**

La conservación de las bacterias se efectuó en tubos de ensayo con agar nutritivo (inclinado) como medio de cultivo, se colocaron 12 ml en tubos con rosca de 30 ml, se esterilizaron a una temperatura de 120° C por 20 minutos; pasando el tiempo de esterilización, se colocaron los tubos de manera que no se movieran para su solidificación. Se tomó la bacteria con un asa microbiológica del cultivo puro y se realizó una estría sobre el agar, después de la siembra se llevó a incubación a una temperatura de 28° C por 48 horas, pasando el tiempo se llevaron a refrigeración a una temperatura de 5° C para su conservación y disponibilidad.

### **Producción de plántulas de chile jalapeño (*Capsicum annuum*)**

Se prepararon las charolas de 200 cavidades con sustrato orgánico y se sembró dos semillas de chile por cavidad, para la producción de plántulas en condiciones de invernadero al obtener la plántula en condiciones óptimas se realizó el transplante a invernadero y campo.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para analizar las comparaciones de los tratamientos con el rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos se utilizo un diseño completamente al azar con seis tratamientos(B<sub>15</sub>, BCC-1, \*3, Kodiak. Mezcla y un testigo) y cuatro repeticiones el cual se analizo de acuerdo a Tukey con un probabilidad de 0.01 en los experimentos (campo e invernadero). Las variables a evaluar fueron rendimiento y numero de plantas muertas.

### **Experimento en invernadero**

Para ello primero se deshierbo el área donde se transplantarían las plántulas producidas en charolas con sustrato orgánico y al tenerlo listo se transplanto a camas de cultivos de 1.30 x 6.30 m dividiendo la cama en 6 partes iguales, para la tener seis tratamientos (B<sub>15</sub>, \*3, BCC-1, Kodiak, Mezcla, y un Testigo), con cuatro plantas de chile a una distancia entre planta y planta de 25 cm en cada uno de los tratamientos. Después del realizar el transplante se prepararon las bacterias a una concentración  $1 \times 10^8$ , estas se diluyeron en cuatro litros de agua cada una de las bacterias y para preparar la mezcla se tomo 1.5 litros de cada solución de las bacterias para tener así la misma concentración, y se procedió a su aplicación con una bomba de 4litros, después del primer corte se realizo la segunda aplicación siguiendo el mismo procedimiento.

## **Experimento en campo.**

Primero se preparo el terreno con una área de 240 m<sup>2</sup> se le realizo el barbecho, deshierbe, y nivelación, se surco con tractor a 80 cm de distancia cada surco, se desbordo y se realizo el transplante colocando posteriormente cintilla para efectuar el primer riego. Se utilizaron seis surcos a una distancia de 80 cm, transplantadas con plántulas de chile jalapeño a una distancia de 30 cm cada una en zig -zac, cada tratamiento se dividió con estacas a lo largo de 3 m, cada estaca ya marcada, se selecciono al azar cada espacio y al ir sorteando cada área se le aplico cada bacteria a una concentración de  $1 \times 10^8$  según le correspondía al lugar marcado y a la repetición que le correspondía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza existió diferencias entre los tratamientos, la comparación de medias mostró que la cepa antagónica B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) sobresalió en el rendimiento obtenido sobre los demás aislamientos BCC- 1 (*Bacillus polimixa*), \*3 (*Bacillus subtilis*), Kodiak (*Bacillus subtilis*), Testigo y la mezcla de las cuatro bacterias, produjeron menor cantidad de chile jalapeño en invernadero.

CUADRO 1 Análisis de los rendimientos de Chile jalapeño (*Capsicum annuum*) en invernadero bajo tratamientos por la aplicación de bacterias esporuladas promotoras del crecimiento.

TRATAMIENTO	MEDIA(rendimiento en gramos por planta)* corte 1	MEDIA(rendimiento en gramos por planta)*corte 2	MEDIA(rendimiento en gramos po planta)* corte3
B15	563.75 A	495.0 A	526.3 A
BCC-1	553.75 A	403.8 A	520.0 A
KODIAK	318.75 C	407.5 A	333.8 A
*3	225.00 C	326.3 A	417.5 A
MEZCLA	537.50 A	473.8 A	513.8 A
TESTIGO	446.25 B	446.3 A	413.5 A

\* Media obtenida de la sumatoria del rendimiento de 4 plantas

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo Tukey con la probabilidad de 0.01 y 0.05.

El primer corte de chile mostró que los rendimientos donde se aplicaron las cepas bacterianas como promotoras del crecimiento fueron las mayores (cuadro1), con respecto al testigo, con excepción del aislamiento \*3 (*Bacillus subtilis*), Kodiak (*Bacillus subtilis*). Esto posiblemente es debido a la baja capacidad de sobrevivencia de este aislado, no se encontró sin embargo explicación alguna al hecho de que los rendimientos, con respecto al testigo fueron inferiores.

En el segundo corte estadísticamente existen diferencias en comparación con el primer corte, la cepa B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*), demostró mayor rendimiento en comparación con las cepas BCC- 1 (*Bacillus polymyxa*), Kodiak (*Bacillus subtilis*) Mezcla y el Testigo, la cepa \*3 (*Bacillus subtilis*) reportó el menor rendimiento. Pero estadísticamente entre los tratamientos B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*), BCC- 1 (*Bacillus polimixa*), Kodiak (*Bacillus subtilis*) Mezcla y el Testigo no existen diferencias significativas de acuerdo a Tukey con la probabilidad de 0.01y 0.05

El tercer corte los rendimientos son similares al primer corte pero estadísticamente con el segundo corte no existen diferencias significativas pero cabe mencionar que la cepa B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*), reportó el mayor rendimiento, pero sobresaliendo el testigo de las demás cepas bacterianas BCC- 1 (*Bacillus polimixa*), \*3 (*Bacillus subtilis*), Kodiak (*Bacillus subtilis*) Mezcla.

CUADRO 2. Análisis de los rendimientos de Chile jalapeño (*Capsicum annuum*) en campo, bajo tratamientos por la aplicación de bacterias esporuladas promotoras del crecimiento.

TRATAMIENTO	MEDIA(Rendimiento en gramos por planta)*	MEDIA(Rendimiento en gramos por planta)*	MEDIA(Rendimiento en gramos)*
B15	462.50 A	313.75 A	327.50 A
BCC-1	363.75 A	230.00 A	170.00 C
KODIAK	275.00 B	133.75 C	201.25 C
*3	266.25 B	290.00 B	191.25 C
MEZCLA	136.25 C	213.75 B	260.00 B
TESTIGO	95.00 D	105.00 C	128.75 C

\* Media obtenida de la sumatoria del rendimiento de 4 plantas

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares Tukey (0.01)

A diferencia de los rendimientos en invernadero la experimentación en campo produjo resultados contrastantes ya que el testigo fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos siendo inferior en el rendimiento de chile por planta al primer corte. Rendimientos similares estadísticamente pero diferentes en peso fueron los promovidos por la aplicación de las bacterias B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*), BCC- 1 (*Bacillus polymixa*), que provocaron los mayores rendimientos en frutos.

Las cepas *Bacillus subtilis* tanto la comercial como el aislado \*3 (*Bacillus subtilis*) promovieron rendimientos de frutas inferiores estadísticamente a B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) y BCC- 1 (*Bacillus polymixa*) al

igual que la mezcla de las tres cepas estos rendimientos indican que existen competencias entre los aislamientos por establecerse en la rizosfera, dado que los rendimientos de chile jalapeño por separado fueron inferiores a los aislados mismos cuando esto se usaron de forma independiente. En los tratamientos fue notorio que los rendimientos fueron superiores al testigo donde no se realizó la aplicación de las bacterias es esporuladas promotoras del crecimiento.

Al segundo corte de fruto en campo el comportamiento fue muy similar al primer corte, tanto en los rendimientos en comparación al testigo que fueron superiores como en la cantidad de fruto producido donde se aplicaron las cepas promotoras del crecimiento bajo estudio, nuevamente la aislado B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) y BCC- 1 (*Bacillus polymyxa*) producen rendimientos similares en chile y diferentes en comparación a el aislado comercial Kodiak (*Bacillus subtilis*) y la de la cepa \*3 (*Bacillus subtilis*).

Al tercer corte de chile jalapeño bajo experimentación en campo tubo resultados similares Tukey (0.01) a los de primer y segundo corte tanto como en el comportamiento entre cepas como de estas respecto al testigo. Se observó también que los rendimientos respecto al primer corte, al segundo corte y tercero se redujeron de forma similar entre la aplicación de cepas y de estos respecto al testigo.

CUADRO 3 Comparación de medias de plantas muertas por la enfermedad conocida como secadera del chile causada por patógenos del suelo.

TRATAMIENTO	MEDIA DE PLANTAS MUERTAS (*)
B15	1,75 A
*3	2,25 B
KODIAK	2,5 C
BCC-1	2,25 B
MEZCLA	2,5 C
TESTIGO	3,75 D

\* son medias de cuatro repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey con una probabilidad de 0.01

La enfermedad conocida como secadera del chile provocada por *Fusarium sp*, *Phytophthora capsici* y *Rhizoctonia solani* se manifestó en distinta proporción en el cultivo bajo experimentación en campo, estadísticamente el análisis de varianza (ANOVA) presenta que la cantidad de plantas enfermas entre tratamientos fue diferente siendo la aplicación de la cepa B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) la bacteria antagónica que menos plantas enfermas manifestó, respecto al testigo, de igual manera aconteció para la aplicación de las diferentes cepas, que mostraron a distinta proporción para impedir la manifestación de los fitopatógenos, cuando estas fueron aplicadas para su control.

## Discusión

La aplicación de bacterias esporuladas antagónicas y promotoras del crecimiento en chile jalapeño (*Capsicum annuum*) del tipo de *Bacillus* y de las especies *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* y *Bacillus polymixa* tienen un efecto promotor cuando se aplican a raíz de la planta de chile sobre el crecimiento y rendimiento del fruto en invernadero y campo, respecto al testigo sin aplicación, resulta similar al reportado por (García y Díaz1991), quienes utilizan esta misma bacteria para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) estos datos también son semejantes a los encontrados por Zavaleta (1994).

Las diferencias estadísticamente marcados entre las cepas sobre los rendimientos indican claramente distintas propiedades o capacidad para sintetizar metabolitos promotores del crecimiento. Es sin embargo interesante observar que los aislamientos B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) y BCC- 1 (*Bacillus polymixa*) fueron aislados de distinta fuente; B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) es un aislamiento de rizosfera mientras que BCC- 1 (*Bacillus polymixa*) es un contaminante de laboratorio de cultivos de hongos fitopatógenos, mientras que *Bacillus subtilis* comercial (Kodiak) y \*3 (*Bacillus subillis*) son cepas que fueron aisladas de secadera de cultivos de chile (*Capsicum annuum*). Estos antecedentes son totalmente contradictorios, pues se separaría que los aislados de *Bacillus subtilis*, fueron los que manifestaron mejor actividad, sin embargo, esto fue totalmente diferente. Una posible explicación es que B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) y BCC- 1 (*Bacillus polymixa*) son cepas que fueron recuperadas de áreas de cultivos fuertemente contaminados por la aplicación de

plaguicidas para el control de plagas y enfermedades y esto pudiera ser una forma selectiva de sobrevivencia de organismos esporulados con ventajas evolutivas.

Los resultados anteriores se manifiesta de una manera muy semejante a la presencia de la enfermedad conocida como secadera del chile en donde la aplicación consecutiva de B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) y BCC-1 (*Bacillus polimixa*) evitó la manifestación de la enfermedad y aunque esta no se manifestó al 100% en el Testigo, este fue el que manifestó mayor cantidad de plantas enfermas y muertas por secadera.

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones ambientales en que se desarrollo el experimento el aislado B<sub>15</sub> (*Bacillus pumilus*) mostró estadísticamente mayor rendimiento en el primer corte de fruto, respecto a la aplicación de las demás bacterias promotoras de crecimiento BCC- 1 (*Bacillus polimixa*), \*3 (*Bacillus subtillis*), Kodiak (*Bacillus subtilis*) Mezcla y el Testigo.

*Bacillus pumilus* mostró un marcado efecto inhibitorio sobre los fitopatógenos causantes de la marchitez del chile *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp, *Phytophthora capsici*, en campo mostrándose un menor numero de plantas muertas por esta enfermedad, respecto de tratamientos con los aislados BCC- 1 (*Bacillus polimixa*), \*3 (*Bacillus subtillis*), Kodiak (*Bacillus subtilis*), la mezcla de cepas aisladas y del testigo.

La aplicación de bacterias esporuladas del tipo *Bacillus* promueve el desarrollo del cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annum*) y reduce el nivel o numero de plantas que manifiestan la enfermedad conocida como secadera del chile.

## LITERATURA REVISADA

- Agrios, G. N. 1996 Fitopatología. Editorial LIMUSA. México . 838 p.
- Agrios, G. N. 1995 Fitopatología. Quinta reimpresión de la segunda edición .Editorial LIMUSA. México . 837 p.
- Agrios G. N. 1991. Fitopatología. Editorial . México.403p.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT editor, S. A. México. 491p.
- Alexopoulos, C. J. , Mims, C. W., And Blackwell, M. 1996. Introductory mycology. 4th edition. Editorial John Willey and Sons. New York. 869p.
- Alexopoulos, C. J. , Mims, y C. W., Mims. 1979 Introductory mycology, Welley y Sons 3th edition. U. S. A. p632.
- Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas. México. Pp, 40-44.
- Banville, G. J. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by one *Rhizoctonia* disease, growth and development of potato plants. American Potato Journal 67: 189p.

- Barnett, L. H. and B. B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3th. Ed. Burgues Publishing. Co. Mineapolis. 218p.
- Barreiro, P. M. 1998. El chile verde y su trascendencia cultural. en: Claridades Agropecuarias. Revista de Publicación Mensual. Una hortaliza de México para el mundo. Pp. 1-17.
- Bayer. 1993. Guía para la protección de la papa en México. 23P.
- Branner, P. M. And P. A. Brackman 1993. Suppression of Fusarium wilt of cotton with Bacillus subtilis hopper box formulations. Auburn, University, departament of plant pathology, and Alabama Agricultural Expt. Station, Auburn Al. U.S.A. p.1-3.
- Bryan, A. H. 1974. Bacteriología, principios y prácticas. Editorial CECSA. 6ª edición. México, D. F. p. 235-236.
- Campos, A. J. 1987. Enfermedades del frijol. Ed. Trillas. México, D. F. p13.
- Castillo, F. E. 2001. Efectividad *in vitro* de actinomicetos aislados de la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de los estados de Coahuila y Nuevo León sobre Rhizoctonia solani Kühn. Tesis de maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp;21

- Córdoba, R. J. J. Medina, M. J. A. y Rosales, E. M. A. 1998. efecto de diferentes colores de plástico en el cultivo del chile (*Capsicum annuum*), en Villa Flores, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. In: Revista Mexicana de la Facultad de Ciencias Agronómicas. pp.20-23.
- De la Garza. 1996. Fitopatología general. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de agronomía. Marin, N. L. 515p.
- Díxon, G. R. 1981. Vegetable Crop Diseases. AVI Publishing. Co. New York, conn. U. S. A. 517p.
- Douville, Y. and G. J. Boland, 1992. A note on the antibiotic properties of *Bacillus subtilis* against *Colletotrichum trifolli*. Biol. Abstr. 94 (12): 1027.
- Ferreira, J. H. S., N. Matthee. Fand. C. Thomas A. 1991. Biological control of *Eutypalata* on grapevine by on antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. Phytopathology 81:283-287.
- Flores, V. G. 1995. Antibiosis de bacterias del rizoplaneo contra hongos causantes de la marchitez del chile (*Capsicum annuum*). Tesis de licenciatura.UAAAN. Buenavista, Saltillo, México: pp35.
- Flores O., A. y G. Frias T. 1992. El triste del cultivo del chile en Ramos, Arizpe, Coahuila. Folleto informativo UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

- Frabel. R. T. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases Ann. Rev. Phytopathology 26: 75-91 U. S. A.
- Frank, J. A. And S.S. Leach. 1980. Compararison of tuberbane and soil burne Inoculum in the *Rhizoctonia* disease of potato Phitopathology 70:51-53.
- García, A. M. 1980. Patología vegetal practica. Editorial LIMUSA. México. 96, 256pp.
- García, C. J. y A. Díaz P. 1991. Bacillus subtilis como antagonistas de *Fusarium oxysporum* f. sp. nivem y su eficiencia en invernadero. Memorias del Congreso Nacional de Fitopatología. Puebla de los Ángeles, México.128p.
- González, C. L. 1979. Introducción a la Fitopatología. Edición IICA, San José, Costa Rica. P 148.
- Gustafson. 1993. Technical Bolletin Kodiak, plano, Texas. E. U.A. 19p.
- Hammounda, A. M. 1988. Fungal disease of vegetable marrow and their control in the Southern region of oman. Trop. Pest. Mang. 32(2):156-158p.

- Hooker. D. W. 1990. Compendium of potato disease. American Phythopathological Society. St. paul. Minesota. 4th. Edition. U. S. A. p.125.
- Huffaker, C. B. 1985. Biological control in integrated pest management: and entomology perspective. En biological. Hoy Y D. C. Herzog. Eds. Acamy press N. Y. p.13-23.
- Janick, J. 1965. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Larborde C. J. Y Pozo C. O. 1984. Presente y pasado del chile en México. INIA. México. D. F. 84p.
- León, G. H. 1978. Enfermedades de los cultivos en el estado de Sinaloa. Primera edición. SARH-INIA 213p.
- Madigan, M. T. Martinko, J. M., y Parker, J. 1998. Biología de los microorganismos. 8ª edición. Editorial Prenticehall. España. 986p.
- Manners J. G. 1986. Introducción a la fitopatología. LIMUSA. México 130p.
- Magent-Dana., L. Thimon., F. Peypoux and M. Ptak. 1993 Sulfactin-iturin A interaction man explain the synergistic effect of

surfactin on the biological properties of iturin A. Biol. Abstr. 95(11):224.

- Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo del Departamento de Parasitología Agrícola. 311p.
- Montes, V. G. 1994. Comportamiento de funguicidas en el control de la secadera del chile serrano en Ramos, Arizpe, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; p12.
- Nason, A., y Denann, R. L. 1982. El mundo biológico. Primera reimpresión. Editorial LIMUSA. Mexico. 841p.
- Ohno A., A. Takashi and S. Makoto. 1993. Production of the antifungal pepticle antibiotic iturin by *Bacillus subtilis* NB22 in solid states fermentation (SSF). Biol. Abstr. 95(8):401.
- Pérez, M. G., Marques S. F. Y Peña L. A. 1997 Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. P 222
- Ramírez, V. J. 1989. Efecto de la solarización y el metan sodio sobre la pudrición de la corona y raíz del tomate *Fusarium oxysporum* f. sp. radialis lycopersici; malas hierbas y desarrollo del tomate (*Lycopersicum esculentum*). Memorias de XVI

Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Montecillo, México: pp;156.

- Romero, C. S. 1988. Hongos fitopatógenos, UACH: Chapingo, México. Pp. 347.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos, primera reimpresión en español. Dirección del Patronato Universitario, UACH: México. Pp. 308.
- Ryterr, J. L., F. L. Luaczic, R. Craig and G. W. Moorman. 1989. Biological control of geranium rut by *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 79(3):367-370.
- S. A. R. H. 1994. Sistema producto-chile en: Datos básicos Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultura Dirección General de Política Agrícola. Pp. 21-23.
- S. A R. H. 2001. Sistema producto-chile In: Datos básicos Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultura Dirección General de Política Agrícola. Pp. 13
- Sarasola, A. A. 1975. Fitopatología. Tomo II Hemisferio sur. México. 361pp.
- Schroth, M. N., J. G. Hancock. 1982. Disease suppressive soil and root-colonising bacteria. *Science* 216: 1376-1381p.

- Schuttz, O. and Crispin.1989. *Rhizoctonia* disease. In: Petzold. C.H.(De) A guide to monitoring potato pest In New York State. New York State integrated pest. Management Program No. 107. Cornell Coop. Ext. N.Y.S. Departament of Agriculture and Markets.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1991 Enfermedades virales y marchitez del chile. Divulgación distrital. Saltillo, Coahuila, México. 6pp.
- Smith, I, M., J. Danez, D. H. Phillips, R. A. Lelliort y S. A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Edición. Mundi – prensa. España p.671
- Stakman, E. C. 1957. Principies of plant pathology. Eds. The Ronald Press Campany. New York. 581p.
- Streets, B. R, 1978. The diagnosis of plant disease. A field and laboratory manual emphasizing the most practical methods for rapid identification. Univ. of Arizona Prees. Tucson, Arizona. U. S. A.
- Gabriel Estrada Cruz, 1995 Tesis de licenciatura. UAAAN. Eficiencia de diez bacterias antagonistas en la colonización del rizoplano del chile (*Capsicum annum*) y en el control de la marchitez causada por *Phytophthora capsici* Leo. 24p.

- Valadéz, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. UTHEA. Editores.297p.
- Walker, J. C. 1959. Enfermedades de las hortalizas. Primera edición. De Salvat. Barcelona. España. 20 p.
- Walter, G. W., McBee, H. R., y Temple, L. K. 1982. Introducción a la microbiología. Ed. CECSA. México. 409p.
- Weller, M. D. 1988. Root. Disease and biological control. Reasearch. Unit. Ann. Rev. Phitopathology. 26: 379-407.
- Yang, Z. Z. 1992. Soreening of *Bacillus subtilis* strain PRSS and tests of its antifungal activities to *Rhizoctonia solani*. Forestry Abstracts 53(11):3409.
- Zavaleta. M.E. 1994. Control biológico de fitopatógenos con origen en el Suelo y sus respectivas. Revista Mexicana de Fitopatología . México. 256 pp.
- Zimmer, R. C. and W. A. Rusell. 1981. *Rhizoctonia* disease on netted gem potatoes in Southern Manitoba in 1980. Can. Plant Disease Survey 61 (2): 39-40

## APÉNDICE

CUADRO 4 . Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño primer corte en campo.

	CORTE 1		EN GRAMOS		
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	
B15	645	325	425	455	
*3	200	125	325	415	
KODIAK	425	125	325	225	
BCC-1	325	305	395	430	
MEZCLA	225	100	95	125	
TESTIGO	45	125	55	155	

### ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO	8	436904.16666667	54613.02083333	6.61**	0.0009
ERROR	15	123919.79166667	8261.31944444		
TOTAL	23	560823.95833333			

**CV. 34.11107**

\*\* altamente significativo (P=0.01)

UADRO 5 : Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño segundo corten campo.

	CORTE 2		EN GRAMOS		
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	
B15	300	295	425	235	
*3	215	195	315	435	
KODIAK	125	215	100	95	
BCC-1	205	215	190	310	
MEZCLA	215	310	125	205	
TESTIGO	100	75	95	150	

### ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO	8	143587.50000000	17948.43750000	3.08 **	0.0289
ERROR	15	87478.12500000	5831.87500000		
TOTAL	23	231065.62500000			

**CV. 35.62296**

\*\* altamente significativo (P=0.01)

CUADRO 6 : Análisis de varianza de las cepas antagónicas sobre el rendimiento del chile jalapeño tercer corte en campo.

	CORTE 3		GRAMOS	
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4
B15	325	255	325	405
*3	200	190	210	165
KODIAK	225	125	220	235
BCC-1	215	230	125	110
MEZCLA	215	310	245	270
TESTIGO	160	145	115	95

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO	8	100479.16666667	12559.895833333	4.96**	0.0038
ERROR	15	37961.458333333	2530.76388889		
TOTAL	23	138440.62500000			

**CV. 23.60432**

\*\* altamente significativo (P=0.01)

CUDRO 7. Análisis de varianza del rendimiento obtenido en invernadero del primer corte de los diferentes cepas antagónicas usadas.

	CORTE 1	EN GRAMOS		
	R1	R2	R3	R4
TRATAMIENTO				
B15	620	535	620	480
*3	265	300	135	200
KODIAK	445	300	260	270
BCC-1	565	630	400	620
MEZCLA	560	415	700	475
TESTIGO	325	215	505	740

## ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO	5	394883.33333333	78976.66666667	4.90	0.0053
ERROR	18	289950.00000000	16108.33333333		
TOTAL	23	684833.33333333			

**CV. 28.79061**

\*\* altamente significativo (P=0.01)

CUADRO 8. Análisis de varianza del rendimiento obtenido en invernadero con los diferentes tratamientos en el segundo corte

	CORTE 2	GRAMOS		
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4
B15	650	635	230	465
*3	425	305	215	360
KODIAK	455	335	625	215
BCC-1	540	350	310	415
MEZCLA	540	420	300	635
TESTIGO	340	600	520	325

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO	5	72945.83333333	14589.16666667	0.69 <sub>NC</sub>	0.6357
ERROR	18	379250.00000000	21069.44444444		
TOTAL	23	452195.83333333			

### CV. 34.12024

NC= no existe significancia entre los tratamientos Tukey (0.01)

CUADRO 9 . Análisis de varianza del rendimiento obtenido en  
 invernadero de acuerdo a los diferentes tratamientos  
 usados en el tercer corte.

	CORTE 3		GRAMOS		
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	
B15	545	455	630	435	
*3	225	300	425	720	
KODIAK	450	325	325	235	
BCC-1	515	645	490	430	
MEZCLA	600	415	825	215	
TESTIGO	335	384	520	415	

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
RENDIMIENTO		116877.70833333	23375.54166667	0.96	0.4652
ERROR	18	436308.25000000	24239.34722222		
TOTAL	23	553185.95833333			

### CV. 34.40978

NC= no existe significancia entre los tratamientos Tukey (0.01)

FIGURA 1: Comparación de medias obtenidas del rendimiento en campo, de acuerdo a las cepas antagonicas utilizadas primer corte de fruto.

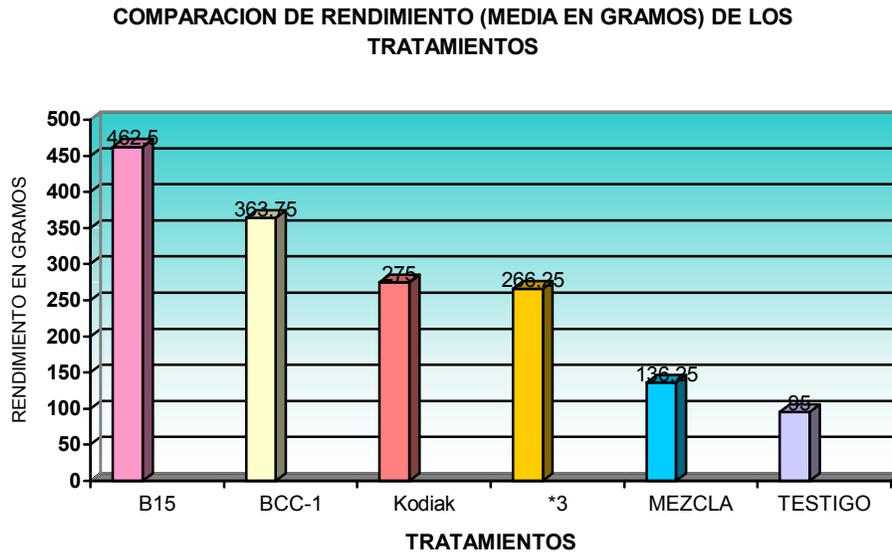


FIGURA2: Comparación de medias obtenidas del rendimiento en campo de los diferentes tratamientos de acuerdo al segundo corte.

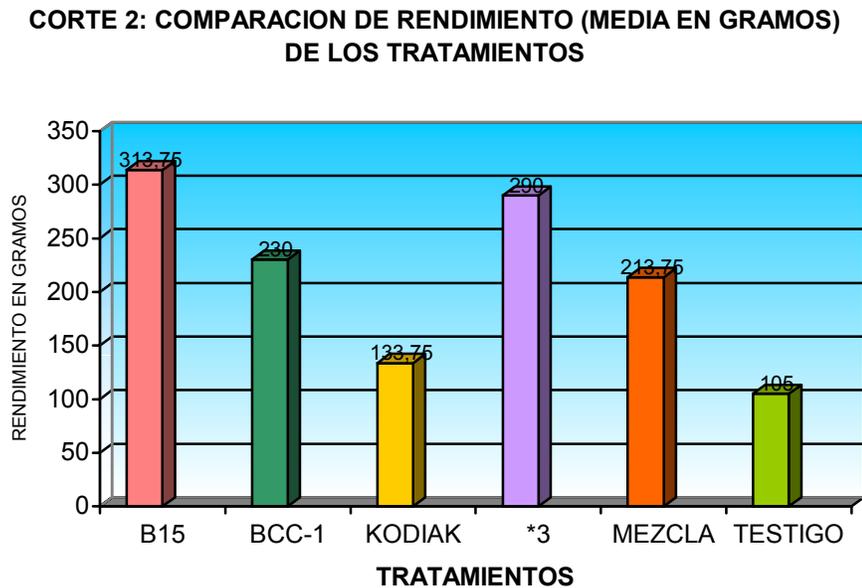


FIGURA 3. Comparación de medias obtenidas del rendimiento obtenido en campo de los diferentes tratamientos de acuerdo al tercer corte

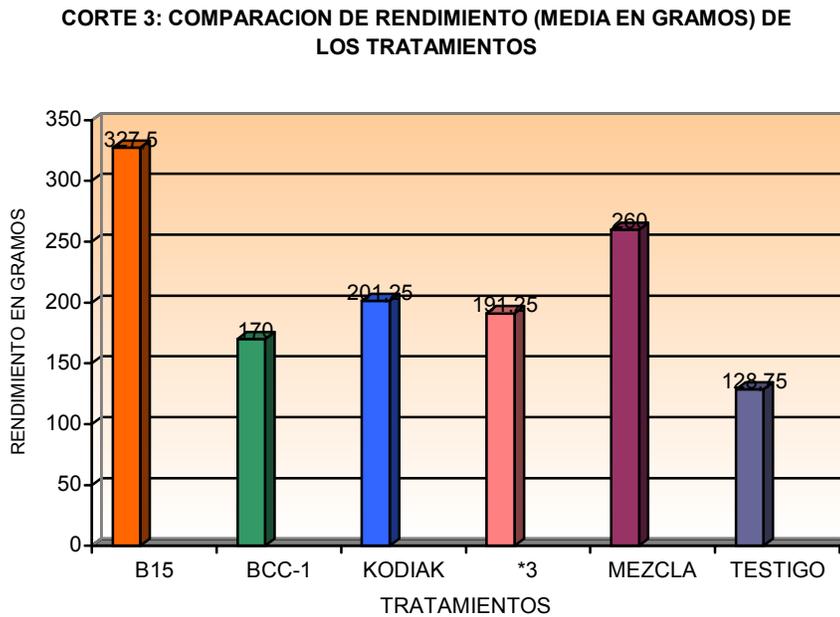


FIGURA 4. Comparación de medias del rendimiento obtenido en invernadero de acuerdo a las cepas antagonicas en el primer corte.

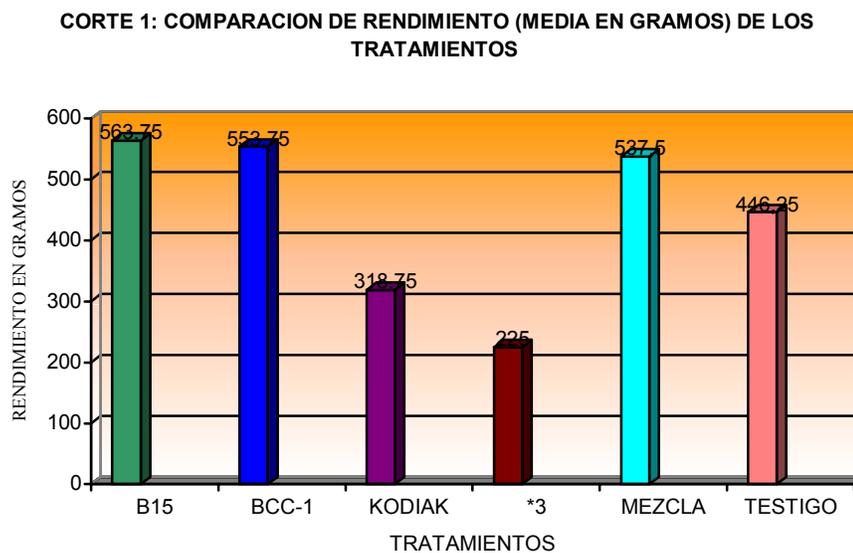


FIGURA 5. Comparación de medias en rendimiento obtenido en invernadero de los diferentes tratamientos de acuerdo al segundo corte.

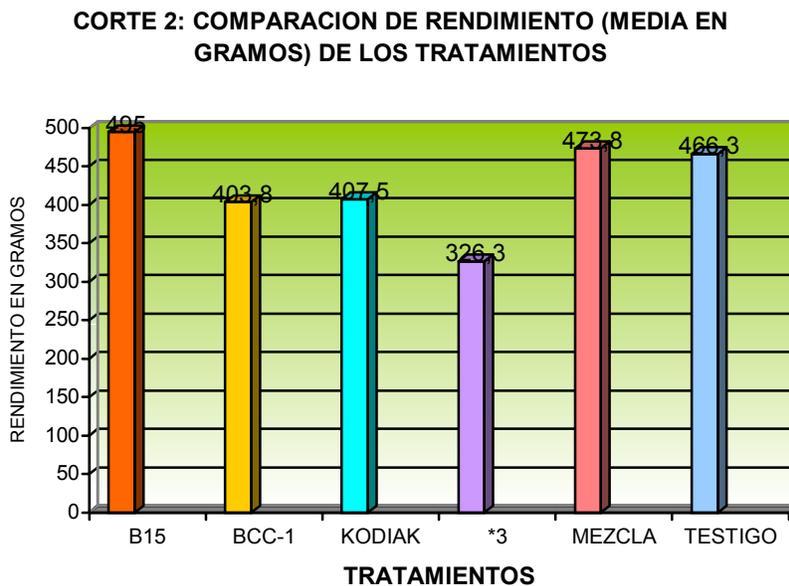


FIGURA 6. Comparación del rendimiento obtenido en invernadero de acuerdo a los diferentes tratamientos corte tres de fruto.

