

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



Métodos *in vitro* para Determinar el Efecto Antagónico de *Bacillus subtilis* y *Bacillus sp.* Sobre el Complejo de la Secadera del Chile (*Capsicum annuum* L.)

Por:

NARCISO CASTAÑEDA PARIENTE

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

**Métodos *in vitro* para Determinar el Efecto
Antagónico de *Bacillus subtilis* y *Bacillus sp.*
Sobre el Complejo de la Secadera del Chile
(*Capsicum annuum* L.)**

TESIS

Presentada por:

NARCISO CASTAÑEDA PARIENTE

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo
Presidente del Jurado

Biól. Martha M. Guevara Martínez
Sinodal

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Sinodal

M.C. Reynaldo Alonso Velazco
COORDINADOR DE LA DIVISION DE
AGRONOMIA

Buenvista, Saltillo, Coahuila., México. Septiembre
de 2001

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por concederme lo más maravilloso de la vida, la vida misma, **la de mis PADRES y mi FAMILIA**. Por tender tu mano y ayudar a levantarme, para seguir adelante y obtener un triunfo más, en esta vida; por que tú señor siempre has estado en los momentos más difíciles de mi vida y nunca me abandonas, gracias **DIOS MIO**, gracias por tus bendiciones **SEÑOR**.

A MI “ALMA TERRA MATER”

Por abrigarme en su seno a partir desde el primer día que ingresé hasta el final de mi carrera; por permitir superarme, así como enseñarme a trabajar, lo más hermoso que alimenta a nuestro pueblo mexicano “**EL CAMPO**”, además de obtener la herramienta necesaria para aprovechar al máximo sus frutos.

Mi más sincero agradecimiento cordial y sencillo al Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo, por aceptarme como su tesista; además de su valioso apoyo, consejos y dedicación que me brindó durante la realización del presente, y así culminar exitosamente mi trabajo.

Agradezco a la Bióloga Martha M. Guevara Martínez por su colaboración para la revisión del presente, así como formar parte del jurado calificador.

Agradezco al Dr. Gabriel Gallegos Morales por sus valiosos consejos y apoyo que brindó a mi trabajo y formar parte del jurado calificador.

A la Laboratorista del área de Fitopatología (Licenciatura), Guillermina quien siempre estuvo apoyándome en todo para la realización de mi trabajo, además por la amistad formada durante mi estancia en el Laboratorio.

A todos los maestros de esta institución que de una u otra forma contribuyeron a mi formación profesional; al brindar parte de sus conocimientos y por la pequeña pero bonita amistad que nos unió durante el transcurso de la carrera.

Agradezco a un amigo muy en especial, por brindarme su amistad, apoyo físico y moral, impulsando a salir adelante en el desarrollo de este presente **Juan Manuel**; así como a **Fernando**, por la amistad brindada a mi persona durante la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a culminar mi más anhelado deseo “TITULARME” **Gracias por todo Padre Mío.**

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

SR. DANIEL CASTAÑEDA ZAPATERO.

SRA. GUADALUPE PARIENTE MEJÍA.

Por otorgarme lo mejor que los padres pueden dar a sus hijos; su amor, cariño y comprensión, sus sabios consejos nunca los he de olvidar, sus bendiciones hoy y siempre llegaran hasta mí; a ustedes que nunca podré pagar todo la que han hecho por mí, DIOS LOS BENDIGA PAPÁS.

A TI PADRE.

Por ser una persona muy especial en mi vida, tú que has sabido siempre guiarme por el buen camino, por darme la oportunidad de superarme y de ser una persona de bien y por creer en mí, por todo GRACIAS A TI, PAPÁ.

A TI MADRE.

Por ser lo más hermoso de tenerte a ti madre, por que me diste la vida, tu cariño, cuidados, desvelos, sacrificios; por que siempre has estado conmigo en

todo, por tus consejos que siempre los tengo presentes; por todo lo que has hecho por mí GRACIAS MADRE MÍA.

A MIS HERMANOS

María Isabel

Daniel

Miguel

Carlos

Alguien con quién siempre he compartido alegrías y tristezas, alguien que siempre esta conmigo en las buenas y en las malas, con mucho cariño a ustedes que gracias a su apoyo he concluido mi más anhelado sueño.

A MIS SOBRINOS

Alma Delia

Giovanni

Perla Xochitl

Por ser unos angelitos que Dios me regaló, por compartir conmigo sus alegrías, así como sus travesuras que da la niñez.

A MIS ABUELITOS

Julia Zapatero Ixpango

Adolfo Castañeda Castañeda (+)

Obdulia Mejía (+)

Antonio Pariente (+)

Por motivarme a salir adelante, guiándome por el camino indicado y sus sabios consejos nunca los he de olvidar.

A MIS PRIMOS

Juan

Adela

Angel

Angel Andrade

Cristino

Amigos y hermanos con quién siempre he compartido parte de mi vida, gracias por todo; y demás familiares que faltaron por igual.

A MI CUÑADO Y ESPOSA

Pablo y María Isabel por su valioso apoyo económico que me brindaron para culminar mi trabajo de tesis; gracias a ustedes mi sueño se ha hecho realidad. **Gracias por todo.**

A una persona muy en especial.

Por su amor, cariño y comprensión, por ser un impulso más para poder terminar mis estudios y seguir adelante; gracias amor mío; gracias por haberte conocido y ser parte de mi vida; aunque no estas a mi lado hoy quiero decirte que siempre vives en mi corazón.

Ana Lilia P. M.

A LA FAMILIA García Morales.

Por el gran apoyo y confianza que me brindaron durante mi estancia en esta ciudad de Saltillo Coahuila, siempre vivirán en mi corazón.

A LA FAMILIA Morales García

Por la confianza que me brindaron así como el apoyo para poder terminar mis estudios universitarios nunca los olvidaré.

A LA FAMILIA Martínez Casas

Por la amistad brindada a mi persona en particular, nunca los olvidaré, siempre vivirán en mi corazón; sin importar lo lejos que me encuentre siempre los recordaré.

A un amigo que siempre recordaré dondequiera que me encuentre Benjamin Hernández Barrientos y Familia, por ser una persona a todo dar; eres una persona muy especial gracias por tu amistad.

A la Generación LXXXII de Tronco Común, en especial a la segunda sección de la Carrera de Parasitología, compañeros y amigos con quién compartí momentos de alegría y tristeza.

INDICE DE CONTENIDO

Página

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	v
INDICE DE CONTENIDO	ix
INDICE DE CUADROS	xiv
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
I.- INTRODUCCION	1
II.- LITERATURA REVISADA	4
Generalidades del Cultivo del Chile	4
Principales Zonas Productoras	5
Contenido Nutricional	8
Importancia Económica	9
Aspectos Botánicos del Cultivo del Chile	

	9
Clasificación Botánica	9
Descripción Botánica	10
<u>Raíz</u>	10
<u>Tallo</u>	10
<u>Flores</u>	11
<u>Fruto</u>	11
<u>Semilla</u>	12
Factores Ambientales que Favorecen al Cultivo del Chile	12
Temperatura	12
Luz	13
Humedad	13
Suelo	13
pH	14
Principales Hongos que Ocasionan la Secadera del Cultivo del Chile	14
Generalidades	14
Descripción de la Marchitez Causada por <i>Phytophthora</i>	14

	<i>capsici</i>	17
Clasificación Taxonómica		17
Distribución		18
Daños e Importancia Económica		18
Características Morfológicas		19
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad		19
Síntomas		20
Ciclo de la Enfermedad		21
Descripción de la Marchitez Causada por <i>Fusarium oxysporum</i> .	Clasificación Taxonómica	21
		22
Distribución		22
Daños e Importancia Económica		23
Características Morfológicas		23
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad		23
Síntomas		24
Ciclo de la Enfermedad		24

Descripción de la Marchitez Causada por <i>Rhizoctonia solani</i>	25
Clasificación Taxonómica	25
Distribución	26
Daños e Importancia Económica	26
Características Morfológicas	27
Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad	27
Síntomas	28
Ciclo de la Enfermedad	28
Métodos de Control para el Complejo de la Secadera del Chile	29
Control Cultural	29
Control Genético	29
Control Físico	30
Control Químico	30
Control Biológico	31
Antecedentes e Importancia del Control Biológico	32
Generalidades de <i>Bacillus subtilis</i>	

	33
Características Morfológicas	34
Características del Cultivo	34
Características Fisiológicas	35
Efectos del Control Biológico de <i>Bacillus subtilis</i>	35
Efectos de <i>Bacillus subtilis in vitro</i>	37
Modo de Acción	37
Antibióticos Producidos por <i>Bacillus subtilis</i>	38
Organismos Afines al Suelo	38
Mecanismos de los Microorganismos Antagónicos	39
Antagonismo	40
Antibiosis	40
Fungistático	41
Antibiótico	41
Características de los Antibióticos	41
Antagonistas Residentes	42
Suelos Supresores	

	42
Modificadores Orgánicos	
	44
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	
	45
Ubicación del Experimento	
	45
Obtención de Hongos Fitopatógenos	
	45
Microorganismos Antagónicos	
	45
Incremento de Hongos	
	46
Incremento de <i>Bacillus</i>	
	46
Antibiosis <i>in vitro</i>	
	47
Tratamientos	
	48
Diseño Experimental	
	51
IV.-RESULTADOS	
	52
V.- DISCUSIONES	
	59
VI.- CONCLUSIONES	
	60
VII.- RESUMEN	
	62
VII.- LITERATURA CITADA	
	65
IX.- APENDICE	

----- 74

INDICE DE CUADROS

	Cuadro
	Página
1	Estados Productores de Chile (<i>Capsicum annuum</i>) a nivel nacional.7
2	Componentes nutricionales del chile en base a 100gr. de parte comestible _____
	_____8

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

	Cuadro
	Página
3	Crecimiento micelial en cm de <i>P. capsici</i> sujeto al efecto antagonista de <i>B. subtilis</i> a los ocho días después de la siembra _____
	75

- 4 **Análisis de varianza del crecimiento micelial de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra** _____
_____ 75
- 5 **Crecimiento micelial en cm de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra** _ 76
- 6 **Análisis de varianza del crecimiento micelial de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra** _____
_____ 76
- 7 **Crecimiento micelial en cm de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra** _____ 77

8 **Análisis de varianza del crecimiento micelial de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra** _____

77

9 **Crecimiento micelial en cm de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra**

78

10 **Analisis de varianza del crecimiento micelial de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra** _____

78

11 **Crecimiento micelial en cm de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra** _____

79

12 **Análisis de varianza del crecimiento micelial de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra** _____

79

13 **Crecimiento micelial en cm de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra** _____

80

14 **Análisis de varianza del crecimiento micelial de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los**

ocho días después la siembra _____
_____ **80**

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1	Métodos de siembra utilizados para determinar el efecto antagónico de la bacteria <i>B. subtilis</i> y <i>Bacillus sp.</i> hacia el hongo _____ 50
2	Crecimiento micelial de <i>P. capsici</i> demostrando el efecto antagónico de <i>B. subtilis</i> a los ocho días después de la siembra _____ 53
3	Crecimiento micelial de <i>F. oxysporum</i> demostrando el efecto antagónico de <i>B. subtilis</i> a los ocho días después de la siembra __ 54
4	Crecimiento micelial de <i>R. solani</i> demostrando el efecto antagónico de <i>B. subtilis</i> a los ocho días después de la siembra _____ 55
5	Crecimiento micelial de <i>P. capsici</i> demostrando el efecto antagónico de <i>Bacillus sp.</i> a los ocho días después de la siembra _____ 56
6	Crecimiento micelial de <i>F. oxysporum</i> demostrando el efecto antagónico de <i>Bacillus sp.</i> a los ocho días después de la siembra _57

7 Crecimiento micelial de *R. solani* demostrando el efecto antagónico de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra _____ 58

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la U.A.A.A.N en el laboratorio de Fitopatología en el Departamento de Parasitología Agrícola, con el objetivo de evaluar diferentes métodos *in vitro* para determinar el efecto antagónico de *B. subtilis* y *Bacillus sp.* sobre el complejo de la secadera en el cultivo del chile.

La secadera del chile reduce drásticamente la producción del cultivo del chile en cualquier parte que se presente, siendo la causa principal de grandes pérdidas económicas que ocasiona a nivel nacional y mundial. La enfermedad conocida como tristeza o marchitez es causada por un complejo de organismos patógenos del suelo, mismos que han sido reportados asociados a la raíz de las plantas enfermas del chile; tal es el caso de *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani*. Para el control de este complejo se han utilizado productos químicos como los fungicidas, los cuales no han sido eficientes para controlar satisfactoriamente dicha enfermedad, debido a que originan resistencia del hongo, llegando a utilizar dosis más altas lo cual trae como consecuencia la resistencia del hongo; también se han empleado variedades resistentes las cuales no han sido favorables debido a que el patógeno va adquiriendo nuevas razas.

Una alternativa que está tomando gran aceptación para el control de esta enfermedad, es mediante la utilización de microorganismos antagónicos de la rizosfera (actinomicetes), mismos que han demostrado ser muy eficientes para el manejo de este complejo.

Los hongos llevados a prueba fueron proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología de Licenciatura mediante el Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo maestro investigador de esta Universidad; las bacterias fueron proporcionadas por el mismo Laboratorio mediante el Ingeniero Rommel de La Garza Rodríguez estudiante de maestría en Parasitología Agrícola de esta misma institución.

Para realizar las pruebas de antagonismo se utilizaron cinco métodos diferentes y un testigo:

Primeramente sembrando a la bacteria en forma de cruz y el hongo se colocó lo más lejano de la bacteria pegado a la periferia de la caja Petri; el segundo método consistió en sembrar a la bacteria en una línea que pasa por el centro de la caja y los explantes colocados a ambos lados pegados a la periferia de la caja Petri; en el tercer método se sembró a la bacteria por punción al centro colocando los explantes del hongo lo más lejano de la bacteria; la cuarta siembra se realizó sembrando a la bacteria pegado a la

periferia de la caja petri y al hongo al lado opuesto; la quinta siembra se realizó sembrando dos líneas bacterianas a una distancia de un centímetro en ambos lados, el explante del hongo se colocaron al centro y por último se colocó el explante del hongo al centro de la caja que fue el testigo.

En el tratamiento 4 se observa el menor efecto antagónico hacia los hongos *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* debido a la distancia entre el hongo y la bacteria.

Los tratamientos 1 y 5 ejercieron mejor efecto antagónico sobre los hongos *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* dado que se logra apreciar el menor crecimiento micelial de los fitopatógenos.

Las bacterias *B. subtilis* y *Bacillus sp.* utilizadas en el control biológico presentaron actividad antagónica sobre los hongos fitopatógenos *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* causantes de la secadera del cultivo del chile.

INTRODUCCION

El cultivo del chile *Capsicum annuum* L. es la hortaliza más importante en México y el de mayor consumo popular; especialmente en estado fresco (75%); el consumo per cápita anual es de 7.24 kg. también se consume procesado en salsas, polvos y encurtidos (García y Flores, 1993). El cultivo del chile en México es toda una tradición comparada con el maíz y frijol, al formar parte de la dieta alimentaria de miles de mexicanos, es una hortaliza que se produce en todo el país, en los dos ciclos agrícolas (Otoño-Invierno y Primavera-Verano) y forma parte del grupo de los principales productos hortofrutícolas exportados (Barreiro, 1998).

Evidencias arqueológicas han permitido estimar que esta hortaliza fue cultivada desde el año 7 000 al 2 555 a.c. en las regiones de Tehuacán Puebla y Ocampo Tamaulipas, su cultivo ha trascendido hasta nuestros días de tal forma que hoy se produce en todos los estados de la República (Barreiro, 1998); 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 aclimató 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 acogida en Europa, Asia y la India, después del descubrimiento de América; también tomó carta de naturalización en África de tal modo que hoy en día es un cultivo con distribución y uso mundial (Laborde y Pozo, 1984).

En nuestro país existe una gran diversidad de chile en cuanto forma, sabor, color, tamaño y picor (pugnencia) (Valadéz, 1996). En la región norte de México, se cultivan diferentes tipos de chile (Mirasol, Ancho y Jalapeño), predominando el Mirasol en superficie sembrada y volumen de producción (García y Flores, 1993).

El cultivo del chile tiene gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera durante los dos ciclos agrícolas reportándose una demanda de 120 a 150 jornales/Ha; el chile es una hortaliza que genera divisas para México ya que es el principal proveedor para Estados Unidos y Canadá en el ciclo Invierno-Primavera (Valadéz, 1996).

El cultivo del chile se ve afectado por una serie de enfermedades entre las que destacan aquellas ocasionadas por un complejo de hongos del suelo

que causan un marchitamiento a la planta, originando pérdidas económicas considerables; los métodos de control varían considerablemente de una enfermedad a otra, dependiendo del tipo de patógeno, del hospedante y de la interacción que hay entre los dos; los métodos de control pueden clasificarse como reguladores biológicos, culturales, físicos y químicos dependiendo de la naturaleza de los agentes que se utilicen para controlar las enfermedades; el método químico es el más utilizado, aunque en ciertas ocasiones es aplicado en forma inadecuada ya que incrementa los costos de producción, son altamente contaminantes, crean resistencia y eliminan enemigos naturales (Agrios, 1996).

En la actualidad el control biológico en Fitopatología ha sido enfocado principalmente a fitopatógenos habitantes del suelo (rizosfera) y al hecho de que las enfermedades más importantes de los cultivos, son causados por fitopatógenos habitantes del suelo; 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 el desarrollo de resistencia y no es residual (Zavaleta, 1994).

Bacillus subtilis es un agente de control biológico, se le han atribuido efectos en el control de enfermedades del suelo en diferentes cultivos como es

el caso de los cereales, algunas drupáceas, así como en hortalizas; en tratamientos a la semilla, mediante inoculación o bacterización en tubérculos, con suspensiones acuosas, pastas o polvos que contienen a la bacteria. Basado en lo anterior se planteó como objetivo del presente trabajo:

Evaluar diferentes métodos *in vitro* para determinar el efecto antagónico de *Bacillus subtilis* y *Bacillus sp.* sobre los hongos del complejo de la secadera del chile *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*.

LITERATURA REVISADA

Generalidades del Cultivo del Chile

El chile *Capsicum annum* L. es una planta originaria de América, se han encontrado restos prehistóricos en Ancón y Huaca Prieta Perú. 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, el frijol y la calabaza fueron y sigue siendo parte fundamental en la alimentación de los diversos pueblos de América (S.A.R.H, 1994).

El chile era desconocido en Europa hasta el siglo XVI, después de su introducción en España por Colón; el cultivo se extendió desde la región del Mediterráneo hasta Inglaterra en 1548 y en Europa central cerca del siglo XVI, los Portugueses transportaban *Capsicum* desde Brasil a la India antes de 1885; el cultivo fue reportado en China a finales del año 1700 (Greenleaf, 1986; citado por Pérez et al. 1997).

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 está presente en la mayoría de los platillos mexicanos (Barreiro, 1998).

Las dos especies más reconocidas de chile son *C. annuum* y *C. frutescens*; suelen distinguirse por la duración de sus ciclos vegetativos, considerando a la especie *C. annuum* como anual, y a la especie *C. frutescens* como perenne; sin embargo todas las especies pueden llegar a comportarse como perennes si las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo como en los trópicos, o bien comportarse como anuales en regiones en donde el invierno es frío y las bajas temperaturas y heladas perjudican a las plantas; otras especies son *C. pubescens*, *C. pendulum* y *C. sinense* (S.A.R.H.1994).

A nivel mundial los principales países productores de chile son; China, España, Turquía, India, Nigeria y México, donde tan solo ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie cultivada se refiere. 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.1994).

Principales Zonas Productoras

El chile verde, en sus diversas variedades, se cultiva en todos los estados del país; la mayor parte de la superficie cultivada corresponde a zonas de riego, excepto una pequeña superficie en los estados de Veracruz y Oaxaca en donde se cultiva en condiciones de temporal y humedad residual; generalmente se siembra como cultivo único, aunque en ocasiones se asocia con otros cultivos, como el maíz y frijol o bien con plantaciones de naranja, piña, plátano y papaya en los estados de Veracruz y Oaxaca (S.A.R.H.1994).

Actualmente nuestro país produce la mayor cantidad de variedades de chile en el mundo (I.N.E.G.I. 2000), los principales estados productores a nivel nacional se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estados productores de Chile *Capsicum annum* a nivel nacional, (S.A.G.A.R., 1999; citado por I.N.E.G.I. 2000).

ENTIDAD FEDERATIVA	SUPERFICIE COSECHADA	PRODUCCION (TON.)	VALOR (EN PESOS)
Chihuahua	18 870	367 875	881 796 375
Zacatecas	44 068	345 137	954 069 720
Sinaloa	19 596	303 522	1 023 107 963
San Luis	11 571	122 748	608 814 656
Potosí	6 237	91 464	220 367 931
Sonora	6 158	76 299	241 646 146
Jalisco	6 087	60 989	349 233 568

Guanajuato	6 577	48 289	107 329 745
Campeche	6 890	47 859	165 881 149
Durango	3 302	39 213	146 944 369
Michoacán	3 181	36 503	87 362 541
Tamaulipas	1 612	34 876	133 761 997
Baja	3 468	31 652	101 885 058
California Sur	4 537	31 571	168 257 678
Nayarit	142 154	1 637 997	5 190 458 896
Veracruz	23 060	171 635	672 556 088
Subtotal	165 214	1 809 632	5 863 014 984
Otros			
Total Nacional			

Contenido Nutricional

Valadéz (1996) indica que el chile verde contiene una mayor cantidad de ácido ascórbico (vitamina C) y Riboflavina (B2), siendo similar en el contenido de minerales y proteínas al jitomate, pero superándolo en carbohidratos. Los componentes obtenidos en base a 100 gr de parte comestible del chile son mostrados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Componentes nutricionales del chile en base a 100 gr de parte comestible (Valadéz, 1996).

VALOR NUTRITIVO	
Agua	88.8 %
Proteínas	1.3 g
Carbohidratos	9.1 g
Ca	10.0 mg
P	25.0 mg
Fe	0.7 mg
Ácido ascórbico	235.0 mg
Tiamina (B1)	0.09 mg
Riboflavina	0.06 mg
(B2)	770 U.I.
Vitamina A	

Una Unidad Internacional (U.I.) de vitamina A es equivalente a 0.3 mg de vitamina A en Alcohol

Importancia Económica

Desde el punto de vista económico, el chile *C. annuum* es actualmente la especie más importante en México; obteniéndose ingresos económicos por un total de \$5 863 014 984 durante 1999 (I.N.E.G.I. 2000). El chile se cultiva en todo el territorio nacional, desde el nivel del mar hasta una altitud de 2 500 msnm; entre las variedades más importantes de chiles cultivados en nuestro país se tienen; el ancho, serrano, jalapeño y mirasol, los cuales abarcan en conjunto aproximadamente el 75% de la superficie total cultivada a nivel nacional (S.A.R.H. 1994).

Aspectos Botánicos del Cultivo del Chile

Clasificación Botánica

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

Reino.....Vegetal

División.....Angiospermae

Clase.....Dycotyledanae

Subclase.....Metachlmydeae

Orden.....Tubiflorae

Familia.....Solanaceae

Género.....*Capsicu*

m

Especie.....*annu*
um L.

Descripción Botánica

El chile es una planta muy variada; herbácea, subarborescente, algunas veces leñosa en la base, erecta, muy ramificada, alcanza una altura de 1.15 m. y se cultiva en forma anual. Algunas variedades del tipo Ají Chay se siembran como cultivos bianuales o trienales (Pérez et al. 1997).

Raíz

El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz primaria es bastante corta y ramificada, algunas veces llega a profundidades de 0.70 a 1.20 m. y lateralmente se extienden hasta 1.20 m de diámetro, la mayor parte de las raíces está situada a una profundidad de 5 a 40 cm en el suelo (Pérez et al. 1997).

Tallo

El tallo es cilíndrico o prismático angular, su parte inferior es leñosa y se ramifica de manera pseudodicotómica, después que empieza la ramificación; con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la ramificación transitoria de menor importancia, así se forman las ramificaciones principales que determinan la forma y carácter de la planta. El tallo crece a una altura de 0.30 a 1.20 m según las características de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta (Pérez et al. 1997).

Flores

Las flores, generalmente son solitarias, terminales, pero por la forma de ramificación parecen ser axilares, los pecíolos miden más de 1.5 m de longitud; el cáliz es campanulado, ligeramente pentadentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada campanulada, dividida en 5 a 6 partes, es de color blanca o verduzca (S.A.R.H.1994); con 5 a 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son azulosas; el ovario es bicelular, pero a menudo multicelular bajo

domesticación, el estilo es simple, de color blanco o púrpura, el estigma es capitado (Pérez et al. 1997).

Fruto

El fruto es una baya indehisciente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo solamente en los nudos, muy variable en forma, tamaño, color y en lo picante; su forma es lineal, cónica o globosa, mide de 1 a 30 cm de longitud; el fruto inmaduro es verde o púrpura y cuando se madura es de color rojo, naranja, amarillo, café o púrpura; las semillas miden de 3 a 5 mm de longitud y son de color amarillo pálido (S.A.R.H.1994). El fruto, que es la parte aprovechable del chile, se compone de pericarpio, endocarpio y la semilla; el pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos (Pérez et al. 1997); el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas de la periferia; otros colores son debido a los pigmentos licopersina, xantofila y caroteno ;la picosidad (pugnencia) es debida al pigmento capsicina (Valadéz, 1996).

Semilla

La semilla del chile es mayor que la del jitomate y tiene forma deprimida reniforme, es lisa, sin brillo y de color blanco amarillento; las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes; generalmente el peso del fruto de las semillas, de las distintas variedades no es igual y oscila entre los límites de 3.8 y 8 gr, el poder germinativo de las semillas frescas, es en general, de 95 a 98% y se mantienen durante cuatro a cinco años si las condiciones de conservación son favorables (Guenkov, 1974; citado por Pérez et al. 1997).

Factores Ambientales que Favorecen al Cultivo del Chile

Temperatura

El chile es un cultivo de clima cálido, por lo tanto es exigente en calor, situándose por encima del tomate, para su óptimo desarrollo y producción se estiman temperaturas diurnas de 20 a 25° C y nocturnas entre 16 y 18° C, a temperaturas superiores a los 32° C se producen abortos florales especialmente en ambiente seco; la semilla no germina por

debajo de los 13° C, ni por encima de los 37° C, obteniéndose el máximo porcentaje de germinación entre los 20 y 30° C (Zapata et al.1992).

Luz

La falta de luz provoca un cierto ahilamiento de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de los tallos; la escasa luminosidad afecta a la floración ya que esta es reducida y las flores son más débiles (Zapata et al.1992).

Humedad

El cultivo del chile es exigente en humedad ambiental, con requerimientos del 50 al 70% especialmente durante la floración y cuajado de frutos. Durante las primeras fases de desarrollo precisa y tolera una humedad relativa más elevada que en fases posteriores (Zapata et al.1992).

Suelo

El cultivo del chile se desarrolla en diferentes clases de suelo, desde ligeros (arenosos) hasta pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos y arenoso (Valadéz, 1996).

pH

El pH óptimo para el cultivo del chile oscila entre 6.5 y 7, es sensible a la salinidad del suelo, influyendo negativamente sobre la calidad de la cosecha (Zapata et al. 1992).

Principales Hongos que Ocasionan la Secadera del Cultivo del Chile

Generalidades

El cultivo del chile presenta problemas con hongos fitopatógenos del suelo; responsables de las pudriciones, ya sean radiculares o del cuello de las plantas, ocasionando los marchitamientos, secaderas, ahogamientos o “Damping-off”. Los hongos causantes de esta enfermedad son *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Verticillium spp.* (Martínez y González, 1993).

El cultivo del chile es severamente atacado por hongos habitantes del suelo desde el almácigo hasta la producción, en Ramos Arizpe, Coahuila, se han aislado de raíces de plantas enfermas los siguientes hongos; *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Alternaria*, estos ocasionan la enfermedad conocida regionalmente como “triste”; el que se presenta en forma severa (Olivares y Frías, 1993).

Durante los ciclos agrícolas 1990 y 1991 la enfermedad ocasionó la pérdida total del cultivo en algunos ejidos de Ramos Arizpe, Coahuila. En la citada región la enfermedad afecta a plántulas y plantas adultas, pero se han asociado diferentes hongos dependiendo de la edad de la planta y condiciones del clima, sobre todo la humedad del suelo; así *Fusarium*.. *Rhizoctonia* y *Alternaria*, se encuentran afectando plántulas con mayor frecuencia que plantas de mayor edad, mientras que *Phytophthora* afecta plántulas y plantas en producción por igual, sobre todo cuando existe un exceso de humedad en el suelo (S.A.G.A.R. 1992).

Las semillas juegan un papel importante en la dispersión de hongos fitopatógenos, ya que constituyen un mecanismo mediante el cual pueden ser introducidos a zonas donde originalmente no existían, la presencia de hongos en la semilla puede ocasionar necrosis superficial, decoloración y pudrición de la semilla, reduciendo el valor comercial, ocasionando una alteración fisiológica, además de la formación de estromas o esclerotización; estos signos y síntomas pueden ocasionar baja germinación, producción de sustancias tóxicas, pero lo más importante es que se convierten fuente de inóculo (Lara et al.1998).

La secadera temprana puede ser ocasionada por un complejo de hongos del suelo, en donde se incluyen *Pythium debarium*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*, esta enfermedad aparece en dos etapas de desarrollo de la plántula que es la secadera preemergente y la postemergente; en la secadera preemergente la semilla solo alcanza a germinar y presenta hipocotilo café oscuro y muere rápidamente; en la secadera post-emergente las plantas presentan flacidez progresiva, hasta marchitarse por completo, se aprecia en el cuello un estrangulamiento café oscuro; en

ocasiones la infección del cuello se prolonga a la raíz, ocasionando la muerte de la planta (Díaz et al. 1993).

En cuanto a la naturaleza de la marchitez podemos diferenciar dos grupos, estos son:

Marchitez Fisiológica.

Es la pérdida de turgencia de las hojas con relación a otros órganos, debido a una disminución de agua en el contenido celular; por lo común ocurre en días calurosos y soleados, cuando falta agua en el suelo en caso de sequía fisiológica.

Marchitez Patológica.

Se caracteriza por que es causada por agentes patógenos del suelo; los síntomas de marchitamiento pueden deberse a la necrosis de las raíces o de la zona del cuello de las plantas, a la formación de toxinas, sustancias de crecimiento, enzimas u otros metabolitos producidos por los patógenos (Sarasola y Rocca, 1975).

Descripción de la Marchitez Causada por *Phytophthora capsici*
Leonnian.

Esta enfermedad es muy común en México y en ocasiones provoca grandes pérdidas a los agricultores, también son susceptibles las cucurbitáceas, el jitomate y la berenjena (García, 1980). En general, en México se calcula que aproximadamente el 40% de las plantas mueren por esta enfermedad (Mendoza, 1996). El marchitamiento del chile a veces llamado pudrición de la raíz por *P. capsici*; aparece sobre todo 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.....*Phytopht*

hora

Especie.....*capsi*

ci

Distribución

***P. capsici* fue encontrada por primera vez en Nuevo México Estados Unidos de América por Leonnian (1922), atacando cultivos de pimiento; después de esta fecha el hongo fue descubierto en otros hospedantes, como *Capsicum annuum* L. 1942, *Cucurbita sp.* 1945, *Cucumis sativus* y *Phaseolus lunatus* 1947, *Lycopersicum esculentum* L. 1948 y *Solanum melongena* 1948; en México fue descubierta por Galindo 1956, atacando plantas de chile; por la sintomatología de la enfermedad la llamó marchitez del chile (Romero, 1996); el patógeno se presenta en todas la regiones del mundo donde se cultiva el chile (Ramírez, 1987).**

Daños e Importancia Económica

Las pérdidas debidas las pudriciones de la raíz por *Phytophthora* son considerables, en el término de unos cuantos días, semanas o meses, según sea el caso la enfermedad puede destruir plántulas jóvenes y plantas anuales o árboles (Agrios, 1996); su importancia aumenta en las zonas donde se presentan períodos de temporal con lluvias intensas (Díaz et al. 1993).

Entre los fitopatógenos que atacan al cultivo del chile destaca el hongo *P. capsici*, este hongo se encuentra presente en la mayoría de las zonas chileras del país ocasionando pérdidas entre el 10 y 100% (Avelar y Marban, 1989).

Características Morfológicas

El hongo presenta micelio muy ramificado, liso o con hinchamientos, la colonia es de apariencia finamente radiada; el esporangio es simple o ramificado irregularmente, gruesos, robustos y con un hinchamiento cercano a la base del esporangio. Los esporangios se forman abundantemente en jugo V8 y tomate-agar, son de forma muy variable; predominan los ovoides elípticos, oval-alargados y globosos con una vacuola al

centro, miden de 28 a 123 μ de largo por 21 a 50 μ de ancho, promedio 53.0 x 30.5 μ ; relación largo ancho 1.70, la papila es conspicua, a veces desviada, frecuentemente con dos papilas; las clamidosporas son ausentes o raras; los oogonios son esféricos o subesféricos de paredes lisas; los anteridios basales anfiginos de 2 a 21 μ de largo por 12 a 17 μ de ancho; las oosporas generalmente son apleróticas, esféricas o subesféricas con pared gruesa y lisa, de color amarillo a castaño, de 25 a 24 μ de diámetro con un promedio de 32.5 μ (Romero, 1996).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad

Las condiciones ambientales que favorecen al desarrollo de la enfermedad son: alta humedad del suelo y temperaturas frescas; en la última etapa del cultivo, este es más afectado, lo cual coincide con la época de lluvias (Mendoza y Pinto, 1985); se desarrolla mejor en suelos pesados y mal drenados (González, 1977); las pudriciones de la raíz por *Phytophthora* dañan a sus hospedantes en cualquier parte del mundo donde la temperatura se mantiene casi siempre baja entre los 15 y 23° C,

la temperatura óptima para que este hongo se desarrolle mejor comprende entre los 25 y 28° C (Romero, 1996).

Síntomas

Los síntomas de *P. capsici* se presentan en cualquier órgano de la planta, sin embargo el síntoma más frecuente y llamativo es el marchitamiento total de la planta. El tallo es afectado a nivel del suelo, desarrollándose una lesión acuosa verde oscuro que puede circundarlo y causar la marchitez y muerte de la planta; si la penetración ocurre más arriba, en el tallo o en las ramas, la infección puede avanzar y causar marchitez y muerte arriba de la lesión; las lesiones en las hojas tienen apariencia de quemaduras, son de forma irregular, blanquecinas o café claro; el fruto muestra una mancha acuosa verde oscura que crece y envuelve al fruto, el cual se seca y momifica (De la Garza, 1996). En almácigo, se observan manchones de plantitas secas que se van extendiendo hasta cubrir gran parte del mismo, esto puede ocurrir en pocos días si el suelo tiene exceso de humedad y mal drenaje (S.A.G.A.R. 1992). En el campo el síntoma característico es el marchitamiento parcial o total de la planta; la infección suele

comenzar en la base del tallo a nivel del suelo o en la raíz, donde aparece una lesión café oscuro, en algunas ocasiones se presentan en las hojas, ramas y frutos, debido a las salpicaduras del agua, lo que provoca que las zoosporas entren en contacto con la parte superior de la planta (Díaz et al. 1993).

Ciclo de la Enfermedad

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 estomas. Las lesiones de las ramas y las hojas son debidas al salpique del agua de lluvia. El hongo sobrevive de una estación a otra en los residuos de cosecha, los esporangios se forman en al base del tallo, los cuales liberan zoosporas que son acarreadas por el agua a otras plantas, el inóculo queda en residuos de cosecha como oosporas en la semilla atacada o en el suelo como micelio u oosporas, que al ciclo siguiente germina e infecta de nuevo (Mendoza y Pinto, 1985); las esporas de *P. capsici* sobreviven de dos a tres años en el suelo (De la Garza, 1996).

Descripción de la Marchitez Causada por *Fusarium oxysporum*.
Schle.

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 ocasionada por el hongo *Fusarium spp.* (Zapata et al. 1992).

Clasificación Taxonómica

Alexopoulos et al. (1996) sugieren que este género ha sido ubicado en una posición taxonómica artificial; esta es:

Reino.....Fungi

Phylum.....Deuteromycota

Clase.....Deuteromycetes

Subclase.....Hyphomycetidae

Orden.....Moniliales

Familia.....Tuberculariaceae

Género.....*Fusarium*

Especie.....*oxysporum*.

Nota: La taxonomía actual para este género lo considera como un Clade anamorfo de Ascomycetes periteciales (Alexopoulos et al. 1996).

Distribución

Fusarium oxysporum sin duda alguna es la especie más ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura, afecta a una amplia gama de plantas en todo el mundo, numerosos cultivos son susceptibles a este hongo, tal es el caso del jitomate, papa, chile, frijol, chícharo, cebolla, col, rábano, pepino, melón, sandía, plátano, café, gladiolo tabaco, clavel, algodón y lino; es un excelente habitante del suelo por lo que una vez establecido en el, permanece ahí indefinidamente (Romero, 1996).

Daños e Importancia Económica

***Fusarium* causa pudriciones de órganos vegetales, marchitamientos, “Damping-off” pudriciones basales y cánceres de tallos; puede causar grandes pérdidas especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones favorables de humedad. Ocasionalmente puede destruir cultivos completos o bajar el rendimiento considerablemente cuando existe mucho inóculo en el suelo y se practica el monocultivo (Mendoza y Pinto, 1985).**

Características Morfológicas

El hongo puede desarrollar microconidios hialinos, pequeños, elípticos, conidioforos alargados, clamidosporas de 1-2 células presentes; macroconidios finos, alargados con 3-5 células puntiagudas, pared delgada, masa de esporas ocre, rosa o amarillo (Mendoza y Pinto, 1985).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad

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 del suelo alrededor de 27 a 29° C, las plantas mueren de dos a cuatro semanas después de la infección (Mendoza y Pinto, 1985).

Síntomas

Las plantas enfermas muestran clorosis, achaparramiento, coloración café del xilema, y lo más común, marchitez (Romero, 1996), El primer indicio aparece al inicio de la floración o formación de primeros frutos, con un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan y mueren adheridas a la planta y posteriormente caen al suelo. Los síntomas pueden aparecer en un solo lado de la planta (ataque en algunas ramas) mientras que el resto permanece sano, aunque puede manifestarse en toda la planta (Mendoza y Pinto, 1985).

Ciclo de la Enfermedad

Generalmente el ciclo comienza con la presencia de macroconidios, microconidios, micelio y/o clamidospóras en el

suelo infectado; estos germinan y penetran por las heridas o aberturas naturales, atacando el xilema, el que adquiere una tonalidad amarillo-ocre-café, el micelio sigue desarrollándose y llega a invadir las células adyacentes al xilema; se presenta una marchitez y la muerte de la planta, la formación de conidios se efectúa en las hojas de las plantas muertas y en el suelo (Mendoza y Pinto, 1985); *Fusarium* sobrevive durante cinco a diez años como saprófito en el suelo, por que un porcentaje de las clamidosporas no germinan durante años y por que el hongo produce rápidamente nuevas clamidosporas muy poco después de las germinación de las esporas madre (Roberts y Boothroyd, 1978). En *F. oxysporum*, las clamidosporas son un tipo tradicional de resistencia, estas son de pared gruesa, formadas directamente a partir de compartimentos hifales o conidiales, y asemejan endosporas de las bacterias (Deacón, 1988).

Descripción de la Marchitez Causada por *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). En 1815 De

Candolle describió el género *Rhizoctonia* en el azafrán, designando como *R. crocorum* a la especie parásita; más tarde en 1858 Kühn describe la enfermedad en papa mencionando al hongo como *Rhizoctonia solani*. (Walker, 1973).

Clasificación Taxonómica

Alexopoulos et al. (1979) sugieren que este género ha sido ubicado en una posición taxonómica artificial; esta es:

Reino.....Fungi

Phylum.....Deuteromycota

Clase.....Deuteromycetes

Orden.....Agonomycetales

Género.....*Rhizoctonia*

Especie.....*solani*

Nota: La taxonomía actual para este género lo considera como un Clade anamorfo de Basidiomycetes (Alexopoulos et al.1996).

Distribución

Esta enfermedad ocurre en todo el mundo y causa pérdidas en la mayoría de las plantas (Agrios, 1996); es una especie

omnívora que ataca un gran número de cultivos básicos, hortícolas, frutales, etc., comúnmente su ataque es limitado, desde la siembra hasta unas cuatro o seis semanas después; sin embargo en solanaceas puede ejercer acción patogénica durante todo el ciclo del cultivo (Mendoza, 1996). El patógeno puede ocasionar ahogamiento, canchros, pudrición de la corona, anidamiento, etc. Tiene una amplia distribución y vive en el suelo como parásito facultativo o como saprófito (Romero, 1996).

Daños e Importancia Económica

Las plantas afectadas por este patógeno, pueden ser muertas antes de emerger del suelo (ahogamiento preemergente) debido a la obstrucción del mereistemo apical; si las plantas logran emerger, entonces el ataque es en la base del tallo, donde tiene lugar una pudrición húmeda que provoca que las plántulas caigan y mueran (ahogamiento postemergente)(Romero, 1996); la importancia de esta enfermedad es debido a que tiene un amplio rango de hospedantes y por la gravedad de los daños que llega a ocasionar, originando pérdidas que van desde el 20 al

50% de plantas muertas en siembra directa (Mendoza y Pinto, 1985).

Características Morfológicas

El hongo presenta hifas hialinas al principio y posteriormente pardo oscuro, crecen con rapidez y son multinucleados; las ramificaciones aparecen a menudo en ángulos rectos, constriñidos en el punto de origen y septadas poco después; algunas hifas se dilatan y tienen un aspecto moniliforme y posteriormente se oscurecen; los esclerosios se componen de células pardo oscuras y son de textura casi uniforme. El estado asexual *Thanatephorus cucumeris* desarrolla basidiosporas elipsoides y apiculadas, sobre todo un himenio, cada basidio tiene normalmente cuatro esterigmas (Smith et al. 1992).

Condiciones Ambientales Favorables al Desarrollo de la Enfermedad

Las condiciones que favorecen la incidencia de la enfermedad son un exceso de humedad en el suelo y

temperaturas alrededor de 15° C (Mendoza y Pinto, 1985). Los esclerosios germinan entre 8 y 30° C con un óptimo de 21 a 25° C (De la Garza, 1996).

Síntomas

Los síntomas más comunes de la enfermedad, son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la pudrición y cancrrosis del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento. El ahogamiento es quizá el síntoma más común en la mayoría de las plantas que afecta (Agrios, 1996); ocasiona la pudrición del cuello de plántulas e impide la traslocación de nutrientes, la planta se marchita y muere (De la Garza, 1996).

Ciclo de la Enfermedad

Este hongo produce estructuras de resistencia llamados microesclerosios, estos se reproducen al inicio de las lluvias, se

puede observar el micelio como filamentos de color café o ámbar a la altura del cuello de la raíz. *Rhizoctonia* sobrevive también en residuos de cosecha y se disemina en la semilla; los esclerosios germinan entre 8 y 30° C con un óptimo de 21 a 25° C (Mendoza y Pinto, 1985); los esclerosios representan una forma de supervivencia en estado latente y también constituyen un medio muy eficaz para conservar los nutrientes del micelio, esto se demostró en cuatro hongos: *Sclerotinia sclerotium*, *Sclerotinia rofsii*, *Sclerotium cepivorum* (pudrición blanca de la cebolla), y *Rhizoctonia solani* ; los esclerosios sobreviven en el suelo de cuatro a cinco años, siendo esta forma en que inverna el hongo (Christias y Lockwood, 1973; citado por Deacón, 1988).

Métodos de Control para el Complejo de la Secadera del Chile

Control Cultural

Se recomienda seleccionar suelos con buen drenaje, erradicar las malezas, rotar los cultivos, considerar las fechas de siembra, utilizar surcos altos y de pendiente pronunciada, aplicar riegos ligeros, ampliar espacio entre surcos, mantener

bajos niveles de nitrógeno y evitar estancamiento de agua (Romero, 1996).

Control Genético

El control genético para este complejo de hongos se ha enfocado principalmente para *P. capsici* donde se ha logrado la incorporación de genes de resistencia a los cultivares de chile mejorados. Actualmente se tienen líneas avanzadas de chile Ancho y Mulato que son precoces y presentan un alto grado de resistencia a dicho patógeno en campo (Pozo, 1983; citado por Pérez et al. 1997).

En México recientemente, se encontró una variedad de chile "Criollos de Morelos", con alta resistencia a *P. capsici* y buena compatibilidad con las variedades comerciales (poblano, mulato y ancho, etc.), a diferencia del pasilla, el cual, aunque resistente no es compatible con las variedades comerciales (Romero, 1996).

Control Físico

En la lucha contra los microorganismos fitopatógenos, la temperatura es letal, en los primeros centímetros del suelo húmedo (0-10 cm.) con una temperatura que oscila entre los 37 y 52° C prolongando su acción mucho más abajo. La solarización del suelo estimula el crecimiento vegetal; debido a que las parcelas solarizadas contienen niveles más altos de nutrimentos minerales solubles como el nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico, calcio y otros en comparación con suelos no tratados; el factor principal en el aumento del crecimiento vegetal es debido a los efectos de la solarización sobre las poblaciones de microorganismos benéficos, algunos son estimulados, otros son poco afectados como *Bacillus spp.* y actinomicetes, los que son afectados se recuperan rápidamente y vuelven a colonizar suelos tratados, por medio de este método se logró un control de *Verticillium dahliae*, *F. oxysporum f.sp. lycopersici*, *R. solani*, *Fusarium spp.*, *Phytophthora cinamomi*, y *Pythium ultimum*; la solarización es también efectiva contra malezas (De la Garza, 1996)

Control Químico

Los compuestos químicos actuales tienen una acción terapéutica (erradicante) y varios de ellos se absorben y traslocan sistémicamente por la planta (antibióticos y fungicidas sistémicos). Cerca del 60% de todos los químicos (principalmente fungicidas) que se utilizan para controlar las enfermedades de las plantas se aplican a los frutos y casi el 25% a las hortalizas (Agrios, 1996).

Para el control de la marchitez causada por *P. capsici* se emplea el metalaxil, maneb y fosetil de aluminio (De la Garza, 1996); los fungicidas como el benomilo solo abaten temporalmente la población de *F. oxysporum* ya que muchas esporas del hongo son capaces de evadir la acción del fungicida, o por que estos mismos pueden actuar como agentes mutágenicos, dando por resultado una resistencia del hongo (Romero 1996).

El tratamiento químico a las semillas es efectivo y puede hacerse con captan, tiabendazol, quintozeno, carboxin, carboxin-thiram y carboxim-captan; con respecto a la mayoría de las hortalizas, aun no se dispone de fungicidas eficaces para combatir a *Rhizoctonia*, aunque el clorotalonil, metiltiofanato e

iprodiona, se aplican en forma de aspersiones al suelo antes de sembrar y una o dos veces al follaje (De la Garza, 1996).

Control Biológico

Investigaciones realizadas por Olivares Y Frías, (1993) muestran que la aplicación de *B. subtilis* a la semilla de chile y a las plantas al momento del transplante reducen la marchitez de la planta del chile, cuando estas son inoculadas con 200 000 zoosporas/ml. de *P. capsici*; lo anterior indica que el control biológico puede ser un método potencial para el control de la enfermedad.

***B. subtilis* a una dosis de 1.6×10^{10} bact./100g. reduce el marchitamiento de la sandía a un 74.62% para la variedad Jubilee W.R. y un 64.52% para la variedad All-Sweet (Virgen, 1990); a una concentración de 10^{14} bact./ml. disminuye en un 50.74% el daño ocasionado por *Rhizoctonia solani* en papa (De la Garza, 1996).**

***Rhizoctonia* es parasitado por varios microorganismos como los hongos *Trichoderma*, *Gliocladium* y *Laetisaria*, varias**

mixobacterias del suelo y por nemátodos micófagos, como *Aphelenchus avenae* (Agrios, 1996).

Un método de control que por ahora está ganando aceptación en el control de *Rhizoctonia* y otros hongos que habitan en el suelo en plantas cultivadas en recipientes, consiste en el uso de corteza de "estercolado de latifoliados" por que aumenta las poblaciones de *Trichoderma* y otros microorganismos que son antagónicos de *Rhizoctonia* y quizá por que favorece la liberación de algunos compuestos químicos fungitóxicos (Agrios, 1996).

Antecedentes e Importancia del Control Biológico

Muchos métodos de control de las enfermedades de las plantas son de naturaleza esencialmente biológica; uno de los objetivos de dicho método es alterar el comportamiento del ecosistema del cultivo para perjudicar al patógeno (Manners, 1986); el otro objetivo del control biológico no es la erradicación de una plaga o enfermedad, sino la reducción de estas a niveles económicos de la densidad de población (N.A.S. 1986).

El control biológico es la acción de parásitos predadores o patógenos para mantener la densidad de población de otro organismo a un promedio más bajo que el que ya existía en su ausencia (Debach, 1987); comprende principalmente prácticas que alteran la condición biótica-abiótica, ya sea por hongos, bacterias, nemátodos o virus (N.A.S. 1985).

De acuerdo a Cook (1985) (citado por García y Virgen 1991) el control biológico de las enfermedades de las plantas en un sentido amplio comprende el uso de cualquier organismo para controlar un patógeno, incluyendo el uso de plantas superiores y la resistencia genética de las plantas hospederas.

El control biológico con bacterias del rizoplasma es una alternativa, que ha dado buenos resultados para algunas enfermedades y podría implementarse para el manejo de la marchitez del chile (Olivares y Frías, 1993).

Generalidades de *B. subtilis*

***B. subtilis* también conocido comúnmente como el bacilo del heno se puede encontrar en el heno, leche, polvo, agua y**

suelo; fue descubierta en 1838 por Ehrenberg y más tarde en 1872 por Cohn (Bryan 1981). *B. subtilis* es saprofito en la naturaleza, pero puede llegar a ser parásito sobre hospederos, cuando las condiciones del medio ambiente son favorables para el crecimiento del organismo, así como para la producción de enzimas (Schiller et al. 1977); los microorganismos antagónicos a patógenos tienen cierto grado de controlar las enfermedades de los frutos de postcosecha (Lawrence y Wilsón, 1984).

Características Morfológicas

B. subtilis tiene forma de bastón erecto o curvo, con extremos redondos, con agrupamiento celular aislado en forma de cadenas cortas, su tamaño es de 3 a 4 μ por 1 μ , forma esporas que son ecuatoriales, subterminales ovales y que germinan lateralmente, miden 1.2 por 0.6 μ y aparecen en agar en 18 hrs. son bacterias gram positivas y no acidorresistentes, presenta movilidad por ocho a doce flagelos peritricos (Bryan, 1981).

Características del Cultivo

En los cultivos de agar, se forman colonias pequeñas grisáceas, con un centro desmenuzado más oscura. En agar inclinado, se desarrolla una capa delgada que se extiende, de color blanco grisácea, elevado, opaco a veces corrugado. En gelatina, presenta un desarrollo filiforme, con licuefacción rápida en forma de saco, cateriforme o estratiforme. En leche tornasolada, parcialmente coagulada, peptonizada y decolorada, el crecimiento bacteriano es de arriba hacia abajo. En papa se presenta un desarrollo vigoroso, de un color blanco a amarillento, elevado cremoso que se torna de color rosa con vesículas sobre la superficie; posteriormente se vuelve seco y harinoso. En caldo se aprecia un desarrollo turbio que acaba aclarándose con un desarrollo superficial coherente. En suero sanguíneo, se presenta un amplio desarrollo, con licuefacción lenta (Bryan, 1981).

Características Fisiológicas

La temperatura óptima para el crecimiento de *B. subtilis* es a 37° C, es aerobio y anaerobio facultativo, Voges-Proskauer positivo, forma amoníaco, reduce los nitritos a nitratos, produce ácido pero no gas, en glucosa, maltosa y sacarosa, no forma

indol, la producción de ácido sulfhídrico es ligera, las esporas resisten la ebullición durante horas (Bryan 1981).

Efectos del Control Biológico de *B. subtilis*

Ensayos realizados por De la Garza (1996) muestran que la aplicación de *B. subtilis* en drupáceas con una suspensión de 10⁸ células por ml reduce la pudrición de los frutos causada por *Monilia fruticola* a temperaturas de 10 a 30° C. La aspersión con *B. subtilis* reduce la infección del cancro del manzano ocasionado por *Nectria galligena*; así mismo, la aspersión de *Bacillus spp.* en plantas de cacahuate o tabaco, reduce respectivamente las manchas foliares causadas por *Cercospora* y *Alternaria* (Agrios, 1996). El tratamiento a la semilla de los cereales, el maíz dulce y la zanahoria con suspensiones acuosas, pastas o polvos que contienen a la bacteria *B. subtilis* cepa A13 o *Streptomyces sp.* han protegido a las plantas contra los patógenos de la raíz y ha dado como resultado un mejor crecimiento y producción de estos cultivos (De la Garza, 1996). Semillas de maíz que fueron inoculadas con *B. subtilis* o *Chaetomium globosum* antes de ser sembradas en campo con una densidad moderada de inóculo de *Fusarium roseaum f.sp.*

cerealis graminearum, da por resultado un control adecuado del tizón en plántulas (Chang y Kommedahl, 1968; citado por De la Garza, 1996); Además *B. subtilis* se utilizó para inocular semillas de cebada, trigo y avena sembradas en terrenos infestados con *R. solani*, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*; se aplicaron de 106 a 107 células bacterianas por semilla en suspensión acuosa, lo cual aumento el crecimiento y rendimiento de las cosechas (De la Garza, 1996). También se tienen reportes de que *B. subtilis* protege plantaciones de cebada contra el tizón causado por *Helminthosporium avenae* en campo (Kommedahl y Chang, 1975); y de *Helminthosporium sativum* en trigo (Stackman y Harrar, 1968).

B. subtilis es usado en el control biológico de *Uromyces appendiculatus* con aplicaciones de dos a 120 hrs, antes de la inoculación de las uredosporas de la roya, evitándose la formación de las pústulas en frijol; también existe evidencia de que *B. subtilis* tiene efecto sobre *Phymatotrichum omnivorum*. La bacterización de tubérculos de papa con *B. subtilis* y *B. licheniformis*, promovió el crecimiento de las plantas en invernadero y controló *Pseudomonas solanacearum* (De la Garza,1996).

Efectos de *B. subtilis in vitro*

B. subtilis inhibió el desarrollo de *F. oxysporum f.sp. niveum* en condiciones de laboratorio, aunque en invernadero los resultados fueron inconsistentes (García y Díaz, 1991; citado por García y Virgen 1991). *B. subtilis* M51 es particularmente activo hacia *F. oxysporum f.sp. dianthi*, *in vivo* e *in vitro* y fue inhibidora de otras especies de *Fusarium* (Filippi et al. 1984; Filippi et al. 1987; citado por García y Virgen, 1991). Algunas cepas de *B. subtilis in vitro* inhiben el crecimiento de *Macrophomina phaseolina* y *Botrydiplodia solani-tuberosi* (Thirlumachar y O" Brien, 1977).

Modo de Acción

La reducción del marchitamiento de la sandía causado por *F. oxysporum f.sp. niveum*, puede ser debida a la competencia por nutrientes, espacio, parasitismo y posiblemente a la inducción de la resistencia por *B. subtilis* (Baker, 1987; citado por García y Virgen 1991). Los antibióticos toximycin y subtilin producidos por *B. subtilis* tienen fuertes propiedades antifungales; algunos microorganismos antagónicos secretan

productos metabólicos dentro del sustrato, inhiben el crecimiento de otro microorganismo creciendo en el mismo sustrato; en el suelo muchos de los antibióticos pueden ser absorbidos por los coloides del suelo e inactivarlo (Dunleavy, 1955)

Antibióticos Producidos por *B. subtilis*

La naturaleza de las sustancias antibacteriales producidas por una cepa de *B. subtilis* son reportadas por la producción de antibióticos especialmente como el subtilin, el bacitracin, el bacilin, el subtenolin y el bacillomycin (Abo-El-Dahab y El-Gooram, 1964); la adición de soluciones nutritivas nitrogenadas al suelo favorece el crecimiento de *B. subtilis* de este modo se permite a la bacteria producir más antibióticos (Dunleavy, 1955). *B. subtilis* produce polipéptidos antifungales tales como el mycosubtilin y el fungistatin (Babad et al. 1952). *B. subtilis* se le atribuye antagonismo por la pequeña secreción de ácidos moleculares (Asante y Neal, 1964). Los carbohidratos interfieren con la producción de subtenolin, que es un antibiótico antifungico (Hirschhorn et al.1948; citado por Dunleavy, 1955).

Organismos Afines al Suelo

De las bacterias del género *Bacillus* utilizadas para el control biológico existen algunas que a futuro pueden ser indispensables para tal efecto, tal es el caso de *B. mesentericus*, *B. ubiuitarius*, *B. agri*, *B. mutabilis*, *B. rufescens*, *B. agrestis*, *B. cereus*, *B. macerans*, *B. brevis*, *B. maculatus*, *B. palustris*, *B. granularis* y *B. fusiformis* (Bryan, 1981).

Mecanismos de los Microorganismos Antagónicos

Los mecanismos que afectan a las poblaciones de patógenos, no siempre son claros pero en general se pueden atribuir a uno de tres factores; parasitismo directo y muerte del patógeno; competencia por el alimento; efectos tóxicos directos sobre el patógeno por medio de sustancias antibióticas liberadas por el antagonista. Los efectos tóxicos directos sobre el patógeno pueden ser por sustancias volátiles como el etileno, liberadas por las actividades metabólicas del microorganismo antagonista. Los

microorganismos antagonistas que se incorporan al suelo de un campo de cultivo no pueden competir con la microbiota que existe en el y no sobreviven durante mucho tiempo (Agrios, 1996).

Numerosas bacterias, la mayoría de ellas gram negativas saprófitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, y en menor número de géneros gram positivos *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Corynebacterium*, existen sobre la superficie de las plantas, particularmente a principios de la estación de crecimiento (Agrios, 1996).

Los hongos del suelo coexisten con varios microorganismos antagonistas que causan un ambiente de inanición y de metabolitos tóxicos; las esporas de muchos hongos que viven en el suelo suelen ser incapaces de germinar en algunos suelos o sus tubos germinativos mueren rápidamente; sin embargo esta se contrarresta por los exudados de la raíz de las plantas hospedantes que crecen en las cercanías, por lo que las esporas pueden germinar e iniciar la infección (Agrios, 1996).

Antagonismo

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, lisis, reacciones inmunológicas, competencia, parasitismo y predación; siendo los más importantes en control biológico de fitopatógenos el hiperparasitismo, la antibiosis y la competencia. El antagonismo es un fenómeno que se observa entre microorganismos del suelo y también en la rizósfera, los antagonistas producen antibióticos, actúan en competencia por nutrientes y/o inducen resistencia en el hospedero (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 detienen en los cultivos con frecuencia el desarrollo de los hongos (De la Garza, 1996),

Fungistático

Es un compuesto que evita el crecimiento de un hongo sin matarlo (Agrios, 1996).

Antibiótico

Es una sustancia química derivada de un organismo vivo, que es capaz de inhibir o incluso destruir el crecimiento de los microorganismos patógenos (Burdón, 1978).

Las sustancias antibióticas son activas, razonablemente estables, no fitotóxicos y absorbidos rápidamente, pero no se acumulan en las frutas y hortalizas; algunos actúan como protectores externos, otros se acumulan en las capas subepidérmicas y los restantes son claramente sistémicos (Stackman y Harrar, 1968)

Características de los Antibióticos

Los antibióticos pueden ser empleados para el tratamiento del suelo, para inhibir a los fitopatógenos, tratamiento de las semillas, para protegerlas externamente y controlar los patógenos que se encuentran en su interior; protectores externos contra una gran variedad de manchas foliares, antracnosis, mildius y pudriciones, protectores sistémicos contra virus y otros patógenos que causan marchitamientos vasculares, tizón, gomosis y necrosis interna; las sustancias producidas por los actinomicetes en cultivo, son capaces de inhibir (al menos en cultivo) el crecimiento o eliminar poblaciones de bacterias, levaduras y hongos; la producción de antibióticos varia con el tipo de suelo y la estación del año (Alexander, 1980)

Muchos organismos antagonistas actúan a distancia produciendo sustancias tóxicas difusibles, y algunos saprófitos lo hacen probablemente como poblaciones que frenan a los patógenos de las plantas en el suelo (Stackman y Harrar, 1968).

Antagonistas Residentes

En esta estrategia se trata de proporcionar condiciones adecuadas, mediante la modificación del ambiente (con

inundación o incorporación de materia orgánica al suelo), para que los antagonistas nativos manifiesten al máximo su potencial antagónico contra los fitopatógenos; comúnmente este favorecimiento se ha logrado con la incorporación de materia orgánica al suelo (Agrios, 1996).

Suelos Supresores

En estos suelos existen antagonistas efectivos contra patógenos, en ocasiones la supresividad se asocia con la fricción orgánica del suelo (arcilla, limo y arena), como es el caso de ciertos suelos del distrito Hilo Sur, en Hawaii, contra *P. capsici*; la supresión se relaciona con un alto contenido de materia orgánica; un alto contenido de calcio; un pH de 6.0 a 7.0; altos niveles de nitrógeno amoniacal y de nitratos; niveles adecuados de fósforo; niveles adecuados de microorganismos; suelos basálticos bien drenados; contenido de magnesio relativamente alto; agregando constantemente cultivo de cobertera, calcio y superfosfato al suelo (De la Garza, 1996).

Existen varias enfermedades en las que el patógeno no puede desarrollarse en ciertas áreas debido a que el suelo

llamado suelo supresor contiene microorganismos antagónicos al patógeno, o bien por que las plantas que han sido atacadas por este, también han sido inoculadas en forma natural con microorganismos antagónicos antes o después de que haya ocurrido el ataque por el patógeno (Agrios, 1996).

Varios patógenos que habitan en el suelo, como *F. oxysporum* (causante de los marchitamientos vasculares), *Gaeumannomyces graminis* (causante de la enfermedad pietin del trigo), *Phytophthora cinamoni* (causante de las pudriciones de la raíz de muchos árboles frutales, forestales y plantas anuales) *Pythium spp.* (causante del ahogamiento de las plántulas) y *Heterodera avenae* (el nemátodo enquistado de la avena); se desarrollan menos y causan enfermedades ,moderadas en suelos supresores; dichos antagonistas producen antibióticos, compiten por el alimento, o parasitan directamente al patógeno, evitando que este ultimo alcance poblaciones suficientemente altas. Numerosas clases de microorganismos antagónicos prosperan en suelos supresores; se ha observado con más frecuencia que la supresión tanto del patógeno como de la enfermedad se debe a hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*

y *Sporodemiun*, o bien a bacterias del género *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc. (Agrios, 1996.)

Modificadores Orgánicos

La adicción de materia orgánica al suelo mejora su estructura, lo hace más esponjoso, con mejor aireación, mayor capacidad de retención del agua y nutrimentos, más fértil y con una rica vida microbiana; muchos de estos microbios pueden ser antagonistas efectivos contra uno o más patógenos del suelo, la descomposición de residuos orgánicos puede generar sustancias inhibitorias tóxicas o antibióticas contra los patógenos. La adicción al suelo de paja de maíz o de trigo molidas disminuyen notablemente la incidencia de la rabia del garbanzo ocasionado por un complejo de hongos principalmente *Fusarium spp.*; 10 gr. de residuos de gobernadora y epazote controlaron a *Pythium aphanidermatum* y *R. solani* en frijol en maceta (De la Garza, 1996).

Grandes cantidades de materia orgánica suministradas al suelo proveen un excelente medio para la producción de un

incremento de microorganismos principalmente bacterias que se hallan en el suelo (Stackman y Harrar, 1968).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

Obtención de Hongos Fitopatógenos

Los hongos fitopatógenos empleados en el experimento fueron *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*, agentes causantes del complejo de la secadera o marchitez del cultivo del chile, proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología de Licenciatura, mediante el Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo profesor investigador del Departamento de Parasitología Agrícola de la U.A.A.A.N

Microorganismos Antagónicos

Los microorganismos de control biológico utilizados para realizar las pruebas fueron; dos bacterias como agentes de control biológico; *B. subtilis* y *Bacillus sp.* facilitadas del cepario del Laboratorio de Fitopatología Agrícola, por el Ingeniero Rommel de la Garza Rodríguez, estudiante de posgrado de la maestría en Parasitología Agrícola.

Incremento de Hongos

Los hongos se incrementaron en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). Para ello se realizaron explantes del crecimiento micelial de los hongos, utilizando un sacabocados de 0.4 mm de diámetro, flameado al fuego cada vez que se hace un marcado de explante; enseguida se retiro el explante con la ayuda de una aguja de disección, flameando al fuego cada vez que se hacia la extracción del mismo. El explante se colocó al centro de la caja Petri, con medio de cultivo (PDA), posteriormente las cajas se sellaron con Kleen Pack. Las cepas de los hongos se colocaron en una incubadora a una temperatura de 28°C para mantener las condiciones favorables para su desarrollo.

Incremento de *Bacillus*

El incremento de las bacterias *B. subtilis* así como *Bacillus sp.* se realizó en medio de cultivo agar nutritivo (AN), la técnica empleada fue mediante la siembra de estría simple, flameando el asa bacteriológica en cada siembra de ambas bacterias, enseguida se sellaron las cajas con Kleen Pack y posteriormente se incubaron a una temperatura de 28°C para obtener un crecimiento bacterial adecuado.

Antibiosis *in vitro*

Las pruebas antagónicas *in vitro*, se realizaron con los hongos *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici* y *Rhizoctonia solani* utilizando a las bacterias *Bacillus subtilis* y *Bacillus spp.* (Bacillaceae) como agentes de control biológico.

La siembra se realizó cuando los microorganismos alcanzaron un crecimiento favorable, y así poder obtener los suficientes explantes para iniciar el ensayo. La siembra de los hongos se realizó el mismo día que se sembró la bacteria, en la misma caja; utilizando cinco tratamientos más un testigo para comprobar el efecto antagónico de las bacterias. Enseguida se procedió a realizar el sellado para posteriormente incubar los medios a 28°C; este

procedimiento se realizó con los tres hongos fitopatógenos y las dos bacterias como agentes de control biológico.

La evaluación del efecto se realizó revisando el crecimiento de los hongos cada dos días después de realizada la siembra, la medición del crecimiento del hongo se hizo con la ayuda de un Bernier, midiendo el crecimiento radial, así como el crecimiento de la bacteria y la distancia que hubo entre el hongo y la bacteria tanto al inicio como al final de las lecturas.

Tratamientos

El experimento se realizó con seis tratamientos y cuatro repeticiones; los tratamientos fueron cinco métodos y un testigo, utilizando tres cepas de hongos (*F. oxysporum*, *P. capsici* y *R. solani*) agentes causantes de la secadera del chile; así como dos cepas bacterianas como agentes de control biológico (*Bacillus subtilis* y *Bacillus sp.*); lo cual dio como resultado un total de 144 unidades (cajas Petri) sembradas; para analizar los datos obtenidos en Laboratorio se utilizó para el análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias con la prueba DMS (0.05). Los tratamientos estudiados fueron:

El primer método consistió en colocar la siembra bacteriana en forma de cruz, y el explante del hongo en la periferia de la caja Petri (Filippi, 1987; citado por Díaz, 1990) (Figura 1).

El segundo método fue sembrando la bacteria mediante una línea que pasa por el centro de la caja Petri; colocando los explantes del hongo en la periferia (Filippi, 1987; citado por Díaz, 1990) (Figura 1).

El tercer método se realizó sembrando la bacteria por punción en el centro de la caja Petri; y los explantes del hongo en los extremos (Filippi, 1987; citado por Díaz, 1990) (Figura 1).

El cuarto método consistió en hacer la siembra de la bacteria por punción en un extremo de la caja Petri y en el otro extremo se colocó al hongo (Olivares, 1993) (Figura 1).

El quinto método se realizó sembrando a la bacteria a un 1 cm de distancia de la periferia de la caja Petri en ambas posiciones y al centro se colocó el hongo (Korsten et al. 1995) (Figura 1).

El sexto método solo consistió en colocar un explante del hongo al centro de la caja Petri sin sembrar a la bacteria (Figura 1).

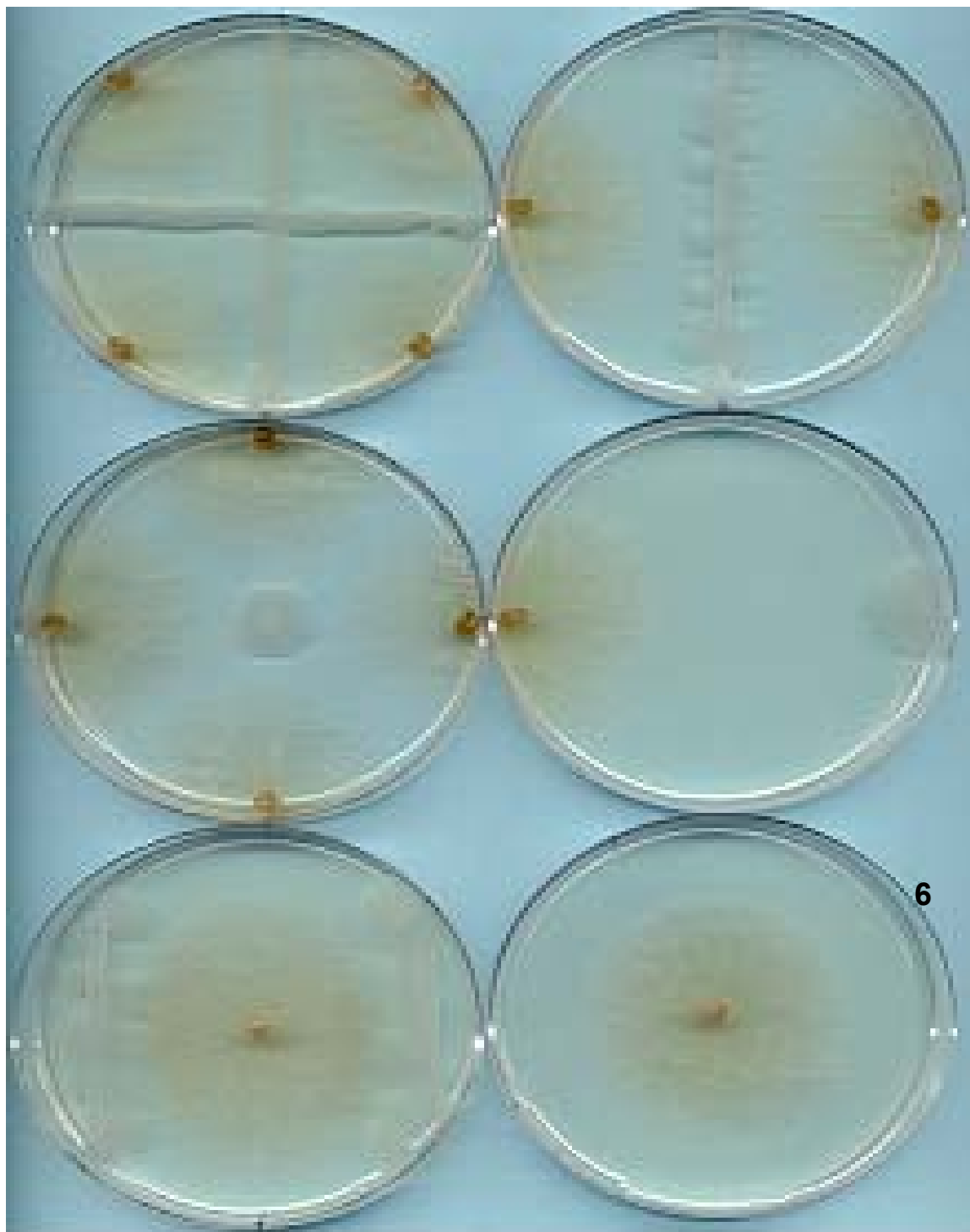


Figura 1.- Métodos de siembra utilizados para determinar el efecto antagónico de las bacterias hacia el hongo (Los explantes de los hongos fueron colocados

lo más lejano de la bacteria) 1.-

Siembra bacteriana en cruz. 2.- Siembra bacteriana pasa en línea por el centro de la caja Petri. 3.- Siembra bacteriana por punción al centro de la caja Petri. 4.- Siembra bacteriana se coloca en la periferia de la caja Petri 5.- Siembra bacteriana se coloca a un cm de distancia de la caja Petri, a ambos lados. 6.- En el testigo solo se colocó al hongo al centro de la caja Petri.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue completamente al azar (C.A); el modelo estadístico para el diseño es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots$ a niveles del factor hongo.

$j = 1, 2, \dots$ b niveles del factor bacteria.

$k = 1, 2, \dots$ r repeticiones

Y_{ijk} = Efecto de respuesta del i -ésimo nivel del factor hongo con el j -ésimo del factor bacteria de la k -ésima repetición.

μ Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor hongo

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor bacteria.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima hongo en la j -ésima bacteria.

E_{ijk} = Efecto del error experimental (σ^2).

RESULTADOS

Los datos obtenidos en los ensayos de antibiosis de *B. subtilis* considerando el crecimiento de *P. capsici* muestran que existen diferencias de desarrollo micelial en el hongo (Figura 2), dado que el Tratamiento 2, registró un mínimo crecimiento de 1.80 cm y el Tratamiento 6, presentó un máximo crecimiento de 4.08 cm demostrando diferencias estadísticas altamente significativas.

El Análisis de Varianza muestra diferencia entre tratamientos (Cuadro 4 del Apéndice). Los resultados obtenidos en la prueba de medias, indica que la mayor antibiosis se presentó en el Tratamiento 2 con un crecimiento de 1.80 cm y con una mínima diferencia en el Tratamiento 5 se mostró un desarrollo de 1.93 cm (Figura 2).

El testigo estadísticamente es diferente al resto de los tratamientos ya que presenta un crecimiento de 4.08 cm (Figura 2).

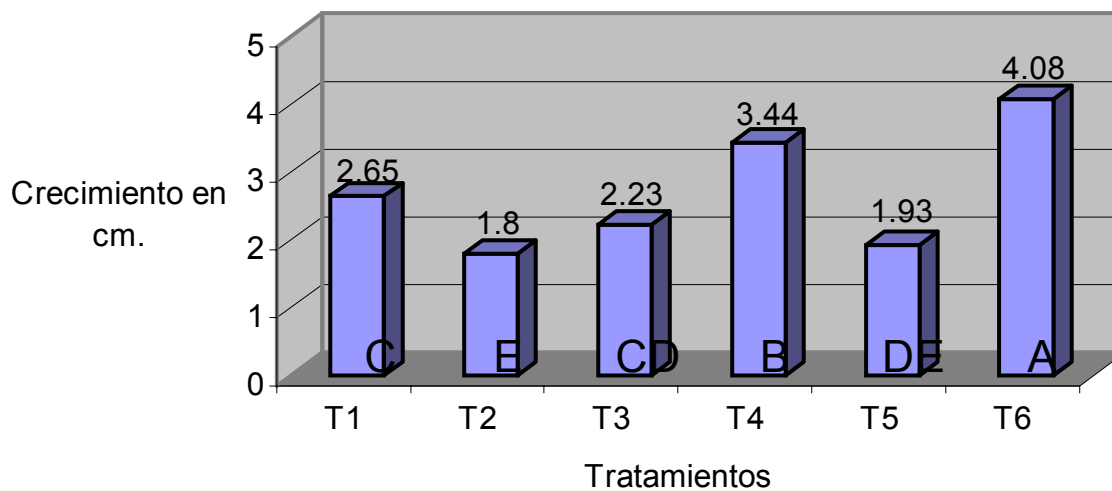
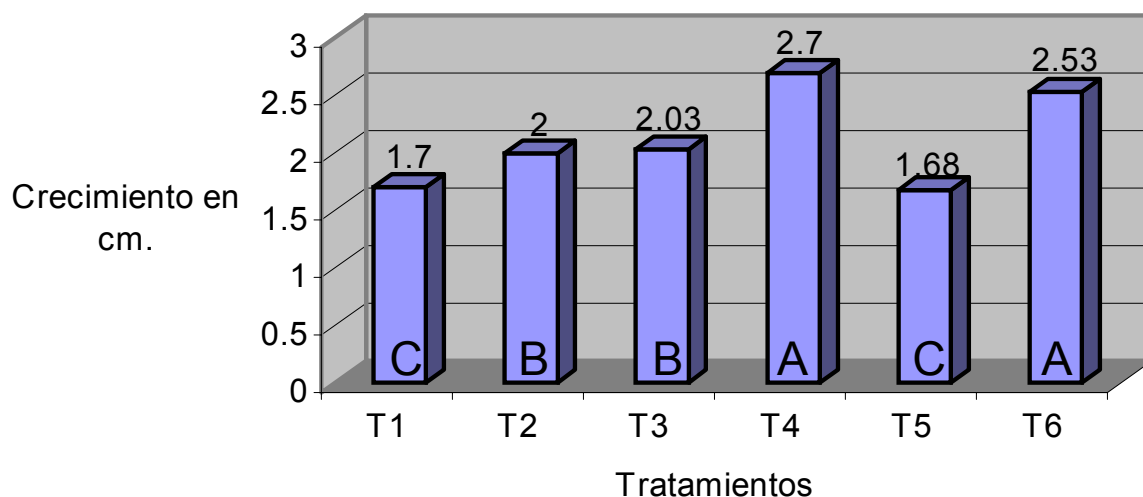


Figura 2. Crecimiento micelial de *P. capsici* demostrando el efecto antagónico de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

En las pruebas de ensayo con *F. oxysporum* se presentó variabilidad en su crecimiento micelial (Figura 3), debido a la presencia de *B. subtilis*; el Tratamiento 5 demostró un mínimo desarrollo del hongo de 1.68 cm así mismo en el Tratamiento 4 donde el crecimiento del hongo fue mayor, al presentar 2.70 cm siendo estadísticamente diferentes.

El Análisis de Varianza detecta diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 6 del Apéndice). Aun en los tratamientos los resultados obtenidos presentan diferencias muy marcadas, la prueba de medias indica que el mejor efecto antagónico se presentó en el Tratamiento 5, con un crecimiento de 1.68 cm similar al Tratamiento 1, con un desarrollo de 1.70 cm pero estadísticamente diferentes a los demás tratamientos. (Figura 3).

El testigo es estadísticamente similar al Tratamiento 4 y estos son



diferentes al resto de los tratamientos (Figura 3).

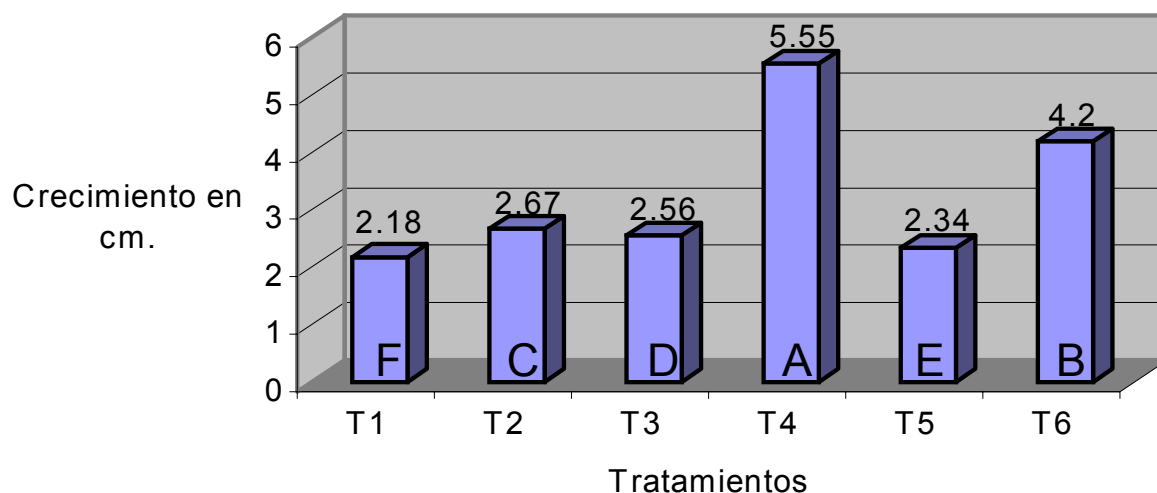
Figura 3. Crecimiento micelial de *F. oxysporum* demostrando el efecto antagónico de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

El crecimiento micelial de *R. solani* determinado mediante los diferentes tratamientos de ensayo de antibiosis de la bacteria *B. subtilis*, muestran un efecto inhibitorio en el Tratamiento 1 al obtener un crecimiento de 2.18 cm y en el Tratamiento 4 la inhibición fue menor al presentarse un desarrollo de 5.55 cm siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos (Figura 4)

El Análisis de Varianza muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 8 del Apéndice). La prueba de medias indica que el mejor efecto antagónico se presenta en el Tratamiento 1 al presentar un crecimiento

de 2.18 cm seguido de el Tratamiento 5 que presentó un desarrollo de 2.34 cm (Figura 4).

El testigo muestra un crecimiento de 4.20 cm siendo estadísticamente



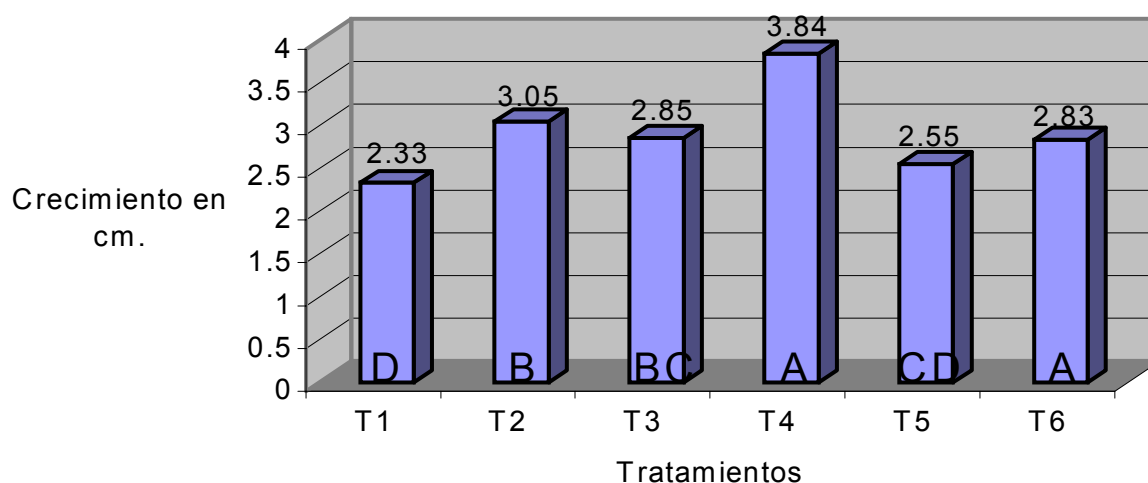
diferente al resto de los tratamientos (Figura 4).

Figura 4. Crecimiento micelial de *R. solani* demostrando el efecto antagónico de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

Los datos obtenidos en las pruebas de ensayo, sobre el crecimiento de *P. capsici* en los tratamientos experimentales de antibiosis de *Bacillus sp.* muestra que existen diferencias de desarrollo micelial en el hongo (Figura 5), dado que el Tratamiento 1, registró un mínimo crecimiento de 2.33 cm y el Tratamiento 4 presentó un máximo crecimiento de 3.84 cm demostrando diferencias estadísticas altamente significativas.

El Análisis de Varianza muestra diferencia entre tratamientos (Cuadro 10 del Apéndice). Los resultados obtenidos en la prueba de medias, indica que la mayor antibiosis se presentó en el Tratamiento 1 con una inhibición de 2.33 cm con una mínima diferencia en el Tratamiento 5 mostrando una inhibición de 2.55 cm (Figura 5).

El testigo es estadísticamente similar al tratamiento 4 al presentar un



crecimiento de 3.84 cm (Figura 5).

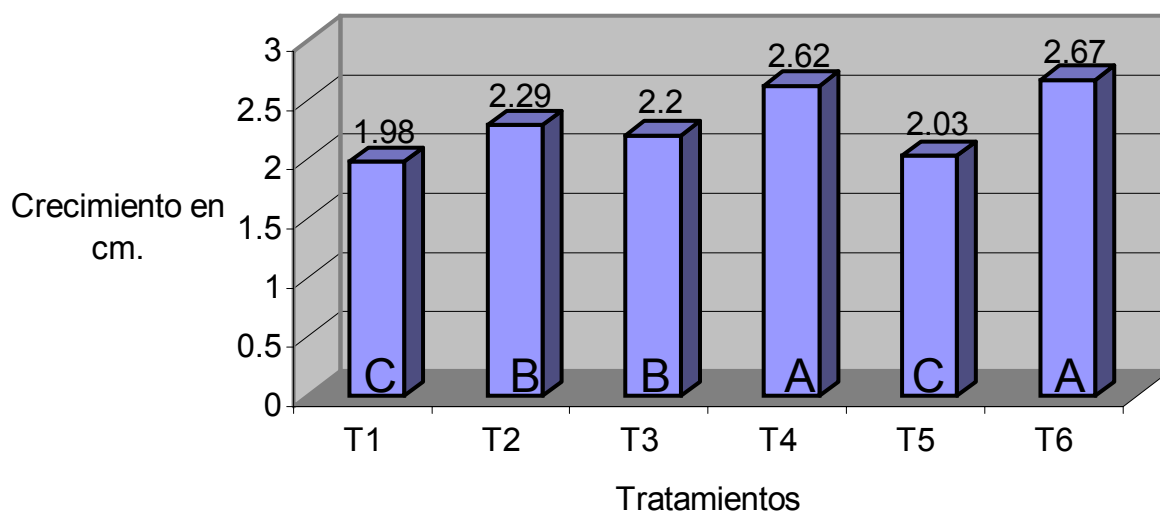
Figura 5. Crecimiento micelial de *P. capsici* demostrando el efecto antagónico de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

En las pruebas de ensayo utilizadas para *F. oxysporum* se presentó variabilidad en su crecimiento micelial (Figura 6), debido a la presencia de *Bacillus sp.* el Tratamiento 1 demostró un mínimo desarrollo del hongo de 1.98

cm así mismo en el Tratamiento 6 el crecimiento del hongo fue mayor, al presentar 2.67 cm siendo estadísticamente diferentes.

El Análisis de Varianza detecta diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 12 del Apéndice). Aun en los tratamientos los resultados obtenidos presentan diferencias muy marcadas, la prueba de medias indica que el mejor efecto antagónico se presentó en el Tratamiento 1, con un crecimiento de 1.98 cm similar estadísticamente al Tratamiento 5, con un desarrollo de 2.03 cm pero estadísticamente diferentes a los demás tratamientos (Figura 6).

El testigo es estadísticamente similar al Tratamiento 4 y



estos son diferentes al resto de los tratamientos (Figura 6)

Figura 6. Crecimiento micelial de *F. oxysporum* demostrando el efecto antagónico *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

El crecimiento micelial de *R. solani* determinado mediante los diferentes tratamientos de ensayo de antibiosis con la bacteria *Bacillus sp.*, muestran un efecto inhibitorio en el Tratamiento 5 al obtener un crecimiento de 2.48 cm y en el Tratamiento 4 la inhibición fue menor al presentarse un desarrollo de 5.63 cm siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos (Figura 7)

El Análisis de Varianza muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 14 del Apéndice). La prueba de medias indica que el mejor efecto antagónico se presenta en el Tratamiento 5 y al presentar un crecimiento de 2.48 cm y el Tratamiento 1 presenta desarrollo de 2.53 cm (Figura 7).

El testigo muestra un crecimiento de 4.20 cm siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, observándose un mayor crecimiento en el Tratamiento 4 con 5.63 cm (Figura 7)

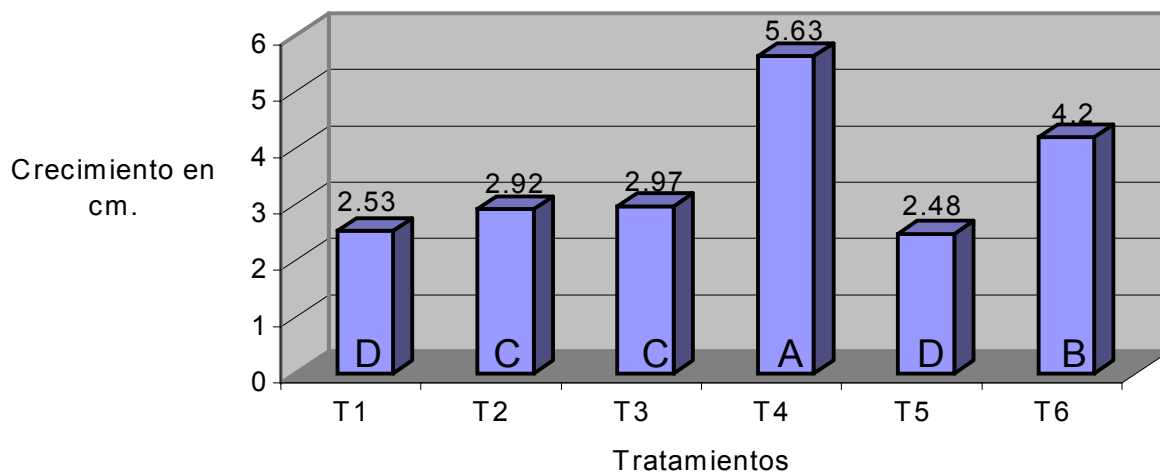


Figura 7. Crecimiento micelial de *R. solani* demostrando el efecto antagónico de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones ambientales experimentales en las que se desarrollo la presente investigación, podemos concluir lo siguiente:

- 1.- Los mejores métodos para medir el efecto antagónico de *Bacillus sp.* sobre *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* son: la siembra en cruz de la bacteria, los explantes del hongo en la periferia de la caja Petri (Tratamiento 1) y la siembra de la bacteria a 1cm de distancia de la periferia de la caja Petri en

la misma posición y el explante del hongo el centro (Tratamiento 5), ya que en ellos se detectan los menores crecimientos miceliales de los hongos

2.- El menor efecto antagónico de *B. subtilis* y *Bacillus sp.* sobre *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* se observa en el tratamiento 4, esta es, la siembra de la bacteria por punción en un extremo de la caja Petri y en el otro extremo el hongo.

3.- Se determinó que *B. subtilis* presenta un efecto antagonista hacia *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* dado que estadísticamente, los tratamientos con *B. subtilis* inhiben el crecimiento micelial de estos hongos.

4.- Se determinó que *Bacillus. sp.* aislada de la rizosfera de plantas de Chile presenta un efecto antagonista hacia *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* dado que estadísticamente los tratamientos presentaron inhibición en el crecimiento micelial de los hongos.

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos de las pruebas de antagonismo muestran que de los seis métodos utilizados solo dos lograron demostrar un mejor control de los patógenos, *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*. El crecimiento micelial *in vitro*, obtenido de los tres hongos permite apreciar que el desarrollo fue interrumpido considerando que las bacterias presentaron efecto antagónico sobre los hongos, el cual se reflejó con la formación de un halo libre de crecimiento del hongo.

Los resultados de la prueba de inhibición del crecimiento de los hongos demuestran que *F. oxysporum* fue más sensible al efecto antagónico de las bacterias, en cambio *P. capsici* demuestra un crecimiento micelial intermedio. Así mismo *R. solani* se logró observar que el efecto antagónico fue menor pues existe un crecimiento más alto en comparación con el de *F. oxysporum*. Las dos cepas bacterianas utilizadas en la antibiosis, inhiben en pequeña escala el crecimiento de las tres cepas de hongos, pero de manera diferente.

LITERATURA CITADA

Abo-El-Dahab, M.K. and El Goorani, M. A. 1964. Antagonistic Effect of a *Bacillus subtilis* Strain Upon *Erwinia amilovora*. *Phytopathology*. 54: 1285-1286.

Agrios, G. N. 1996. *Fitopatología*. Editorial Limusa. México. 838 p.

Alexander, M. 1980. *Introducción a la Microbiología del Suelo*. Editorial AGT. México. 59 p.

Alexopoulos, C. J. y Mims C. W. 1979. Introductory Micology. John Wiley & Sons. Editorial Universal de Buenos Aires. Third Edición 631 p.

Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. and Blackwelly M. 1996. Introductory Micology John Wiley & Sons. Fourt Edición 869 p.

Asante, G. S. and Neal, A. L. 1964. Characterización of Fungistatic Substances Produced by a Bacteria to *Ceratocistis ulmi*. Phytopathology 54: 818-822.

Avelar, J. M. y Marban, N. 1989. Intentos de Control de la Marchitez del Chile Ocasionado por el Hongo *Phytophthora capsici* en la Región de

- Valesquillo Puebla. In: XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Memorias. Montecillo. México. XXX Aniversario (1959-1989). Centro de Fitopatología y Colegio de Postgraduados Chapingo. pp 111-182.
- Babad, J., Pinski, A., Turner-Graff, R. M., Sharon, N. 1952. An Antifungal Polypeptide Produced by *Bacillus subtilis*. Nature. 170: 618-619.
- Barreiro, P. M. 1998. El chile Verde y su Trascendencia Cultural. In: Claridades Agropecuarias. Revista de Publicación Mensual. Una hortaliza de México Para el Mundo. pp 1-17.
- Bryan, A. H., Bryan, Ch. A. and Bryan, Ch. G. 1981. Bacteriología. Principios y Prácticas. Editorial Continental, S. A. México. 6º Edición. 595 p.
- Burdón, K. L. y Willians, R. P. 1978. Microbiología. Cuarta Reimpresión. 331 p.
- 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 annum* L.) en Villaflores Chiapas. U.A.CH. In: Revista Mexicana de la Facultad de Ciencias Agronómicas. pp 20-23.
- Deacon, J. W. 1988. Introducción a la Micología Moderna. Editores Noriega. Editorial Limusa. 350 p.

De bach, P. 1987. Control Biológico de Plagas de Insectos y Malas Hierbas. Editorial Continental. 949 p.

Díaz, F. A., Girón, C. R., Castrejón, S. A., Jiménez, D. J., Aguirre, R. J. I., Peña, D. R. M. A., Hernández, C. F. D., Castillo, T. R., Sandoval, B. J., Cepeda, S. M., Ramírez, L. M. R., Marroquin, D. F. J. 1993. Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Editorial Trillas. 288 p.

Díaz, P. A. 1990. Diagnóstico de *Bacillus subtilis* Contra *Fusarium oxysporum f.sp. niveum* y su Eficiencia en el Control de la Marchitez de la Sandía en Invernadero. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coahuila. 34 p.

De la Garza, G. J. L. 1996. Fitopatología General. Universidad (UANL). Facultad de Agronomía. Marín, N. L. 515 p.

De La Garza, R. R. 1996. Respuesta de Tres Variedades de Papa (S.T.) a la Aplicación de *Bacillus subtilis* para el Control de *Rhizoctonia solani* bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coahuila. 60 p.

Dunleavy, J. 1955. Control of "Damping off" of Sugar Beet by *Bacillus subtilis*. Phytopatholgy. 45: 252-258.

García, A. M. 1980. Patología Vegetal Práctica. Editorial Limusa. México. 129 p.

García, F. R. y Flores, H. F. 1993. Efecto del Carburo de Calcio en Chile (*Capsicum annuum*) en Cieneguilla Zacatecas. In: Agronomía. Año VI. Número 15. C.E.I.S.A.Z.A. Escuela de Agronomía. U.A.Z. pp 11-15.

García, C. J. y Virgen C. G. 1991. Control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* con *Bacillus subtilis* en Condiciones de Campo. In: XIV Congreso Nacional de Control Biológico. Trabajos de Investigación. Buenavista Saltillo. Coahuila México. Sociedad Mexicana de Control Biológico U.A.A.A.N. pp 164-169.

González, C. 1977. Introducción a la Fitopatología. Universidad de Costa Rica. 148 p.

I.N.E.G.I., 2000. El sector Alimentario en México. 41 p.

Kommedahl, T. and Chang, M. I. P. 1975. Biocontrol of Corn Root Infección in the Field by Seed Treatment With Antagonistic. *Phytopathology*. 65: 296-300.

Korsten, L., De Jager, E. S. and De Viller, E. E. 1995. Evaluation of Bacterial Epiphytes Isolated From Avocado Leaf and Fruit Surfaces for Biocontrol of Avocado Postharvest Diseases. *Plant Disease* 79: 1149-1156.

Laborde C. J. y Pozo C. O. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. INIA. México. D.F. 84 p.

Lara, V. F., Osada, K. S., González, F. V., Tlapal, C.B. y Ayala, E. B. V. 1998. Hongos en la Semilla del Chile, Tipo Mirasol de Zacatecas. In: Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 16. Suplemento 1. Memorias del XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología Guanajuato pp 89-131.

Lawrence, P. P. and Willsón, C. L. 1984. Postharvest Biological Control of Stone Fruit Brown Rot by *Bacillus subtilis*. Plant Disease. 68: 153-156.

Manners, J. C. 1986. Introducción a la Fitopatología. Editorial Limusa México. 295 p.

Martínez, G. M. A. y González D. J. 1993. Eficiencia de Métodos de Desinfección del Suelo y Semilla en el Cultivo del Chile Poblano. (*Capsicum annuum* L.). In: Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del I.C.U.A.P. Puebla, Puebla. Sociedad Mexicana de Fitopatología. XX Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias de Zacatecas. pp. 37 .

Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola 310 p.

- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. 85 p.
- Meza, N. S. 1965. Enfermedades de las Plantas. Editorial Herrera. 541 p.
- N.A.S. 1985. Desarrollo y Control de las Enfermedades de las Plantas. Control de Plagas de Plantas y Animales. V. I. Editorial Limusa. 142 p.
- N.A.S. 1986. Plantas Nocivas y Como Combatirlas. Control de Plagas de Plantas y Animales Vol. III. Editorial Limusa. 111 p.
- Olivares, Z. M. E. y Frías T. G. A. 1993. Diagnóstico y Control Biológico de la Marchitez del Chile en Ramos Arizpe Coahuila. In: Sociedad Mexicana de Fitopatología. XX Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias Zacatecas. pp. 142.
- Olivares, Z. M. E. 1993. Diagnóstico y Control de la Marchitez del Chile (*Capsicum annuum* L.) en Ramos Arizpe Coahuila. Tesis de Licenciatura U.A.A.AN. Buenavista Saltillo, Coahuila. 61 p.
- Pérez, M. G., Marqués S. F. y Peña L. A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 380 p.

- Ramírez, V. J. 1987. Longevidad de las oosporas de *Phytophthora capsici* y Distribución de los Tipos Compatibles A1 y A2 en el Campo. In: XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Memoria. Coordinación de Investigación Científica. Morelia Michoacán. pp. 108.
- Roberts, D.A. y Boothroyd, C.W. 1978. Fundamentos de Patología Vegetal. Editorial Acribia. 392 p.
- Romero, C. S. 1996. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. 361 p.
- Sarasola, A. A. y Rocca M. A. de Sarasola. 1975. Fitopaología. Curso Moderno. Tomo II. Micosis. Hemisferio Sur. 373 p.
- S.A.G.A.R. 1992. Boletín Informativo. U.A.A.A.N. Departamento de Parasitología. Centro de Apoyo. Ramos Arizpe Coahuila.
- S.A.R.H. 1994. Sistema Producto-Chile. In: Datos Básicos. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultura. Dirección General de Política Agrícola. pp 21-32.

- Schiller, C. T., Ellis, M. A., Tenne, F. D. and Sindair, J. B. 1977. Efect the *Bacillus subtilis* on Soybean Seed Decay Germinación and Stand Inhibición. Plant Disease. 61: 213-217.
- Smith, I. M., Dunez, J., Lelliot, R. A., Phillips, D. H. and Archer, S. A. 1992. Manual de las Enfermedades de las Plantas. Mundi-Prensa. 671 p.
- Stackman, E. C. and Harrar, J. G. 1968. Principios de Patología Vegetal. Universitaria Eudeba. 603 p.
- Thirumalchar, M. J. and Obriend M. J. 1977. Supresión of Charcoal Rot in Potato With a Bacterial Antagonistic. Plant Disease. 61: 543-546.
- Valadéz, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. UTHEA Editores. 297 p.
- Virgen, C. G. 1990. Control Biológico de *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (E. F. Smith & Hans) con *Bacillus subtilis* en Sandía Bajo Condiciones de Campo. Tesis de Maestría U.A.A.A N. Buenavista Saltillo, Coahuila. 63 p.
- Walker, C. J. 1973. Patología Vegetal. Editorial Omega. 818 p.
- Zapata, N. M., Bañon, 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 Perspectiva. Revista Mexicana de Fitopatología. 12: 101-104.

APENDICE

CUADRO No. 3 Crecimiento micelial en cm de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	2.59	3.01	2.90	2.11	10.61	2.65
2	1.67	1.68	1.88	1.98	7.21	1.80
3	2.44	2.19	2.18	2.14	8.95	2.23
4	3.43	3.15	3.19	3.99	13.76	3.44
5	1.86	1.66	1.87	2.35	7.73	1.93
6	3.72	4.20	4.20	4.20	16.32	4.08

CUADRO No. 4 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.						
FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	16.233704	3.246741	39.41401**	2.77000	4.25000
Error	18	1.493134	0.082952			
total	23	17.726837				

** altamente significativo

C.V. = 10.70 %

CUADRO No. 5 Crecimiento micelial en cm de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	1.55	1.80	1.80	1.64	6.79	1.70
2	1.89	2.05	2.14	1.92	8.00	2.00
3	1.94	1.92	2.22	2.05	8.13	2.03
4	3.09	2.37	2.69	2.63	10.78	2.70
5	1.74	1.73	1.62	1.61	6.69	1.68
6	2.67	2.58	2.49	2.39	10.12	2.53

CUADRO No. 6 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	3.592361	0.718472	27.6916 **	2.77000	4.25000
Error	18	0.467018	0.025945			
total	23	4.059380				

** altamente significativo

C.V. = 7.65 %

CUADRO No. 7 Crecimiento micelial en cm de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	2.13	2.12	2.22	2.27	8.74	2.18
2	2.63	2.66	2.71	2.69	10.69	2.67
3	2.59	2.61	2.52	2.54	10.26	2.56
4	5.39	5.56	5.69	5.56	22.20	5.55
5	2.38	2.34	2.36	2.29	9.35	2.34
6	4.20	4.20	4.20	4.20	16.80	4.20

CUADRO No. 8 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *B. subtilis* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.

FV	gl	SC	CM	Fc	Ft	0.01
Tratamientos	5	35.811890	7.162378	1729.2437**	2.77000	4.25000
Error	18	0.074554	0.004142			
Total	23	35.886444				

** altamente significativo

C.V. =1.98 %

CUADRO No. 9 Crecimiento micelial en cm de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	2.91	2.31	2.09	2.00	9.31	2.33
2	3.08	2.98	3.01	3.15	12.22	3.05
3	2.91	2.84	2.80	2.85	11.40	2.85
4	3.64	3.75	3.96	4.01	15.36	3.84
5	2.57	2.67	2.39	2.58	10.21	2.55
6	3.83	3.49	4.00	3.99	15.30	3.83

CUADRO No. 10 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *P. capsici* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.

FV	gl	SC	CM	Fc	Ft	0.01
Tratamientos	5	8.1370700.	1.627414	35.3121 **	2.77000	4.25000
Error	18	0.829559	0.046087			
total	23	8.966629				

** altamente significativo

C.V. = 6.98 %

CUADRO No. 11 Crecimiento micelial en cm de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	1.77	1.98	2.08	2.08	7.91	1.98
2	2.36	2.33	2.23	2.26	9.18	2.29
3	2.21	2.22	2.27	2.11	8.81	2.20
4	2.67	2.07	2.58	2.49	10.50	2.62
5	2.05	2.02	2.05	2.02	8.13	2.03
6	2.64	2.66	2.68	2.70	10.67	2.67

CUADRO No. 12 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *F. oxysporum* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.						
FV	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	5	1.705116	0.341023	46.5503 **	2.77000	4.25000
Error	18	0.131866	0.007326			
total	23	1.836983				

** altamente significativo

C.V. = 3.72 %

CUADRO No. 13 Crecimiento micelial en cm de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
1	2.55	2.59	2.47	2.51	10.12	2.53
2	2.99	2.88	2.91	2.91	11.69	2.92
3	3.01	2.91	2.93	3.02	11.87	2.97
4	5.67	6.07	6.06	4.73	22.53	5.63
5	2.50	2.56	2.45	2.42	9.92	2.48
6	4.20	4.20	4.20	4.20	16.80	4.20

CUADRO No. 14 Análisis de varianza, del crecimiento micelial de *R. solani* sujeto al efecto antagonista de *Bacillus sp.* a los ocho días después de la siembra.

ANVA.

FV	gl	SC	CM	Fc	Ft	0.01
Tratamientos	5	30.476532	6.095306	89.5432**	2.77000	4.25000
Error	18	1.225281	0.068071			
total	23	31.701813				

** altamente significativo

C.V. = 7.55 %

