

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



**Actividad Antagónica de *Bacillus* sp B15 para
Phytophthora capsici, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani***

Por:

ANGELICA CADENAS VASQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2003.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

**Actividad Antagónica de *Bacillus* sp B15 para
Phytophthora capsici, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani***

Por:

ANGELICA CADENAS VASQUEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para

obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Aprobado por el comité de tesis

El Presidente del jurado

DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES

A s e s o r

A s e s o r

DR. FRANCISCO D. HERNÁNDEZ CASTILLO

DR. MELCHOR CEPEDA SILLER

A s e s o r

DR. VICTOR M. ZAMORA VILLA

El Coordinador de la División de Agronomía

M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2003

AGRADECIMIENTOS

A mi "**ALMA MATER**" por haberme brindado la oportunidad y alojamiento en su seno para lograr una de mis metas propuestas.

Al **DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES** por concederme la oportunidad de realizar esta investigación, por su valiosa amistad, confianza y todo el apoyo brindado para esta investigación.

Al **DR. FRANCISCO D. HERNÁNDEZ CASTILLO** por su revisión y valiosas sugerencias de la investigación.

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

Al **DR. VICTOR MANUEL ZAMORA VILLA** por su colaboración en el análisis estadístico y revisión.

Al personal académico del Departamento de Parasitología Agrícola: Por haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos, pilares de mi formación profesional.

A la M.C. FELIPA MORALES LUNA por su comprensión, ayuda y al grupo de los Misioneros Laicos del Sagrado Corazón y Santa María de Guadalupe.

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

A mis amigos (as): Adela, Antonia, Verónica, Jaime, Adrián, Pedro, Salvador, Abel, Eduardo, Manolo, Octavio, Maximino, Ma. De la Luz, Rosario, Nelly, Rene, Lucy, Ana Paula y a todos mis compañeros de la Generación XCIV.

DEDICATORIA

A mis padres.

SR. FELIX CADENAS TEPOXTECO.

SRA. RAMONA VASQUEZ MACEDA.

Por darme la vida, cariño, ternura y apoyo en todo momento de mi existencia; además por enseñarme como comportarme. Gracias a ellos e culminado su mayor anhelo y el mío propio, y con ello he recibido la más preciada de las herencias.

A mis Hermanos (a):

Juan Pedro

Alfredo

Leonardo Daniel

Celeste Isamar.

A ellos con quién siempre he compartido alegrías, tristezas y apoyo, ellos que están siempre conmigo en las buenas y en las malas, con mucho cariño a ustedes por apoyarme a lo largo de mi carrera.

A mis Abuelos:

Reina Tepoxteco Corla.

Adelaida Maceda Lima

Jorge Cadenas Cartujano (†).

Sidronio Vásquez Tenango (†).

Por su gran comprensión y consejos que me brindaron en toda mi carrera y de mi vida.

A alguien muy especial:

Francisco Bautista Cristóbal.

Por haberme brindado el amor, cariño, comprensión y apoyo durante todo el tiempo que hemos convivido.

A mis Tíos:

Que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

INDICE	Pag.
INDICE DE CUADROS -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INTRODUCCION -----	1
REVISION DE LITERATURA -----	4
El Control Biológico y su Importancia-----	4
Antagonismo.-----	5
Antibiótico.-----	5
Competencia.-----	6
Antagonistas Resistentes.-----	6
Mecanismos de los Microorganismos Antagónicos.-----	6
El Cultivo del Chile.-----	7
Generalidades del Chile.-----	7
Origen del Chile.-----	8
Principales Estados Productores.-----	9
Importancia Económica.-----	9
Phytophthora capsici , Leonian-----	10
Características.-----	10
Importancia y Distribución.-----	10
Ubicación Taxonómica.-----	11
Síntomas.-----	11

Ciclo de la Enfermedad.-----	12
Ciclo Biológico.-----	13
Control Químico.-----	14
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.-----	14
Características.-----	14
Grupos de Anastomosis (GA).-----	16
Importancia.-----	17
Ubicación Taxonómica.-----	18
Síntomas.-----	18
Epidemiología.-----	19
Tipos de Control.-----	20
<i>Fusarium solani</i> .-----	21
Importancia.-----	21
Ubicación Taxonómica.-----	21
Síntomas.-----	22
Epidemiología.-----	23
Tipos de Control.-----	23
MATERIALES Y METODOS. -----	25
Área de Trabajo.-----	25
Material Biológico.-----	25
Activación de la Bacteria Antagónica <i>Bacillus</i> sp. clave B15.-----	26
Activación de Hongos Fitopatógenos <i>R. solani</i> , <i>P. capsici</i> y <i>F. solani</i> .---	26
Evaluación de la Activación Antagónica <i>In vitro</i> .-----	27
Propagación y Obtención de Esporas de <i>Bacillus</i> sp. clave B15.-----	28

Obtención de Micelio y Conidias de Hongos Fitopatógenos -----	28
Conteo de Esporas y Conidias.-----	29
Diseño del Experimento de Plántulas de Chile.-----	29
Análisis Estadísticos.-----	31
RESULTADOS Y DISCUSION. -----	32
CONCLUSIONES. -----	41
BIBLIOGRAFIA. -----	42
APENDICE. -----	48

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1.-Radio Micelial de Crecimiento <i>R. solani</i> , <i>F. solani</i> y <i>P. capsici</i> en presencia de <i>Bacillus</i> sp. B15.-----	32
Cuadro 2.-Evaluación <i>In vitro</i> de <i>R. solani</i> , <i>F. solani</i> y <i>P. capsici</i> contra <i>Bacillus</i> sp. B15.-----	34
Cuadro 3.- Comparación de medias de raíces necrozadas, longitud de la raíz y número de raíces secundarias, a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con <i>R. solani</i> .-----	37
Cuadro 4.- Comparación de medias de raíces necrozadas, longitud de la raíz y número de raíces secundarias, a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con <i>F. solani</i> .-----	39
Cuadro 5.- Comparación de medias de raíces necrozadas, longitud de la raíz y número de raíces secundarias, a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con <i>P. capsici</i> .-----	40
Cuadro 6.-Análisis de varianza del antagonismo de <i>Bacillus</i> sp. B15 contra <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> .-----	48
Cuadro 7.- Análisis de varianza del antagonismo <i>Bacillus</i> sp. B15 contra <i>Fusarium</i> <i>solani</i> .-----	49
Cuadro 8.- Análisis de varianza del antagonismo de <i>Bacillus</i> sp. B15 contra <i>Phytophthora</i> <i>capsici</i> .-----	50
Cuadro 9.- Análisis de varianza de la comparación de medias de raices necrozadas (X_{ER}) en la planta de chile con <i>Rhizoctonia solani</i> , a 8 días después de la	

inoculación; bajo condiciones de invernadero.-----	51
Cuadro10.- Análisis de varianza de la comparación de medias de raíces necrozadas (X_{EF}) en la planta de chile con <i>Fusarium solani</i> , a 8 días después de la inoculación; bajo condiciones de invernadero.-----	52
Cuadro11.- Análisis de varianza de la comparación de medias de raíces necrozadas (X_{EP}) en la planta de chile con <i>Phytophthora capsici</i> , a 8 días después de la inoculación; bajo condiciones de invernadero. -----	53
Cuadro 12.-Análisis de varianza de la longitud de la raíz (X_{ERLR}) de la planta de chile, a 8 días después de la inoculación, con <i>Rhizoctonia solani</i> ; bajo condiciones de invernadero.-----	54
Cuadro 13.-Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{ERNRS}), a 8 días después de la inoculación con <i>Rhizoctonia solani</i> ; bajo condiciones de invernadero. -----	55
Cuadro 14.- Análisis de varianza de la longitud de la raíz (X_{EFLR}) de la planta de chile, a 8 días después de la inoculación, con <i>Fusarium solani</i> ; bajo condiciones de invernadero.-----	56
Cuadro 15.- Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{EFNRS}) , a 8 días después de la inoculación con <i>Fusarium solani</i> ; bajo condiciones de invernadero.-----	57
Cuadro 16.- Análisis de varianza de la longitud de la raíz (X_{EPLR}) de la planta de chile, a 8 días después de la inoculación, con <i>Phytophthora capsici</i> ; bajo condiciones de invernadero.-----	58
Cuadro 17.- Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{EPNRS}), a 8 días	

después de la inoculación con *Phytophthora capsici*; bajo condiciones de
invernadero.----- 59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Bacteria Antagónica *Bacillus* sp. B15.----- 32

INTRODUCCIÓN

El estudio del control biológico de fitopatógenos se remonta a inicios del siglo pasado. Potter en 1908 reporta que la acción de patógenos de plantas puede inhibirse por inoculación de sus propios productos metabólicos. El primer intento para la aplicación directa en plantas fue a través de la inoculación en suelo de microorganismos que tienen un potencial antagónico.

El suelo arable es un sustrato donde se llevan a cabo una serie de interacciones entre sus habitantes, donde cada especie tiene un rol y un nicho a explotar, de tal manera que sus poblaciones están en un balance natural hasta que la actividad del hombre la interrumpe (García, 2002).

Otros ejemplos del control biológico de fitopatógenos implican la manipulación del ambiente para estimular en forma selectiva los procesos del control que ocurren naturalmente, se ha visto que muchos fitopatógenos pasan parte de su ciclo de vida en el suelo. Ahí, están sujetos a competencia por el resto de la microflora del suelo.

El antagonismo ocurre en el área superficial de la planta aunque quizá es menos común en estos hábitats que en el suelo. La superficie de tallos, hojas, flores y frutos suele ser inhóspita para los microorganismos (Dickinson y Lucas, 1987).

Entre los organismos reportados como antagonistas a *Rhizoctonia solani* se incluyen especies de bacterias (*Azotobacter*, *Bacillus*, *Myxobacteria*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*) y hongos (*Acremonium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Laetisaria*, *Penicillium*, *Pseudocercospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma*, *Verticillium*), entre otros (Ogoshi, 1987).

Garrett, (1965) señala que el control biológico de las enfermedades de las plantas se entiende, como cualquier condición o práctica mediante la cual la sobrevivencia o actividad de un patógeno se reduce a través de cualquier organismo viviente (excepto el hombre), resultando en una reducción de la enfermedad causada por el patógeno; pudiéndose lograr el control biológico mediante selección y producción de plantas resistentes a ciertos patógenos o mediante la utilización de otros microorganismos que sean antagónicos a ellos o que los parasiten

Aún cuando el uso y la producción de variedades resistentes, sea el método más antiguo, en los últimos años ha cobrado un considerable interés el uso de hiperparasitos o microorganismos antagónicos para controlar las enfermedades de las plantas (Agrios, 1999).

El control biológico tiene la ventaja sobre otros métodos, de no causar contaminación ni disturbios ecológicos, tener un bajo costo, ser de fácil aplicación, no ser tóxico para el hombre y tener un efecto prolongado de protección.

Considerando el potencial de uso de las bacterias antagónicas recuperadas de suelo como agentes de control biológico y la importancia fitopatológica de los hongos del suelo asociados al chile se plantearon los siguientes objetivos.

Evaluar el antagonismo *In vitro* de *Bacillus* spp B15 contra los hongos fitopatógenos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Phytophthora capsici*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Control Biológico y su Importancia.

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

El control biológico de los patógenos del suelo con algunos microorganismos ha sido estudiado por más de 65 años, pero durante todo este tiempo esta estrategia no ha sido considerada comercialmente factible.

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 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 existe en su ausencia; comprende principalmente prácticas que alteran la condición biótica – abiótica, ya sea por hongos, bacterias, nematodos o virus (National Academy of Science, 1985).

Antagonismo.

Inhibición de crecimiento de las colonias bacterianas vecinas, debido a un antibiótico o bien, a la producción de ácido.

Una relación entre las especies de microorganismos, en donde una elimina o daña a la otra (Walter, *et al.*, 1982).

Manner (1986), define el antagonismo como una relación entre organismos distintos en la cual uno de ellos inhibe parcial o completamente el crecimiento del otro o que en ocasiones lo mata; se aplica en general a los efectos de metabolitos tóxicos de un organismo sobre el otro.

Antibiótico.

Una sustancia producida por un organismo vivo que inhibirá o destruirá a otras formas de vida, especialmente a los microorganismos patógenos. Como ejemplo están la penicilina, la estreptomycin, la bacitracina, etc. (Walter, *et al.*, 1982).

Los antibióticos son sustancias producidas por un microorganismo y que son tóxicos a otros grupos de ellos. La mayoría de los antibióticos que se conocen en la actualidad son sustancias que producen los actinomicetos y algunos otros hongos, como el *Penicillium*, y son bastantes tóxicos a las bacterias (incluso a las bacterias fastidiosas vasculares), micoplasmas, e incluso a algunos hongos (Agrios, 1996).

Competencia.

La competencia por nutrientes proporcionados por los exudados de raíces y semillas probablemente ocurre con muchas interacciones entre microorganismos patógenos y no patógenos Sélter, (1988) citado por Castillo, (2001); en concreto, competencia es cualquier interacción entre dos o más poblaciones de especies de las cuales afectan su desarrollo y sobrevivencia, el cual compiten por el oxígeno o por substratos nutricionales (Walter, 1982).

Antagonistas Resistentes.

En esta estrategia se proporcionan 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 antagonístico contra los fitopatógenos; comúnmente este favorecimiento se ha logrado con la incorporación de materia orgánica al suelo (Agrios, 1996).

Mecanismos de los Microorganismos Antagónicos.

Las poblaciones de patógenos no siempre son claras, pero en general se atribuyen a uno de cuatro efectos que son:

1. Parasitismo directo y muerte del patógeno.
2. Competencia con el patógeno por el alimento.
3. Efectos tóxicos directos sobre el patógeno por medio de sustancias antibióticas liberadas por el antagonista y.

4. Efectos tóxicos indirectos sobre el patógeno por sustancias volátiles, como el etileno, liberadas por las actividades metabólicas del organismo antagonista.

Los microorganismos antagónicos existen en el suelo de los campos de cultivo y ejercen cierto grado de control biológico sobre uno o muchos patógenos, a pesar de las actividades humanas. Los microorganismos que se incorporan al suelo de un campo de cultivo no puede competir con la microbiota que existe en él y no sobreviven durante mucho tiempo (Agrios, 1996).

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

Generalidades del Cultivo del Chile

El chile era desconocido en Europa hasta el siglo XVI, 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 de año 1700 (Pérez, *et al.*, 1997).

El cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) ocupa un lugar importante dentro de las zonas hortícolas a nivel nacional por el beneficio que obtienen los

agricultores de su explotación, además de formar parte de la dieta del pueblo mexicano (Kuruvadi, *et al.*, 1991).

Los dos especies más reconocidas de chile son: *Capsicum annuum* y *Capsicum frutescens*; suelen distinguirse por la duración de sus ciclos vegetativos, ya que la especie *C. annuum* es anual, y a la especie *C. frutescens* es perenne; otras especies son: *C. pubescens*, *C. pendulum* y *C. sinense* (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994).

A nivel mundial los principales productores de chile son; China, España, Turquía, India, Nigeria y México, este último ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie cultivada. En la actualidad México, del total de la superficie cosechada de chile, aproximadamente el 40% se destina a la producción de chiles secos: ancho, mulato, pasilla, puya, chipotle, etc. (SARH, 1994).

Origen del Chile

El género *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes de la Cuenca Alta del Amazonas, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil), sin embargo se le considera a Mesoamérica como uno de los principales centros de domesticación que es la más importante económicamente.

La especie *Capsicum annum*, de origen mexicano, es sensible a las noches y suelos fríos, aunque su óptimo de temperatura y luminosidad sea inferior al de la berenjena 30°C y 20°C. El resto de las especies genéticamente se hallan más o menos próximas a *Capsicum annum* ; por orden de dificultad creciente de

hibridación podemos citar: *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* y *C. pubescens*. (Messiaen, *et al.*, 1995).

Principales Estados Productores del Chile

El Chile verde, se cultiva en todos los estados del país; la mayor parte de la superficie cultivada corresponde a zonas de riego.

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 a veces se asocia con otros cultivos como el maíz y frijol o con plantaciones como la naranja, piña, plátano y papaya (SARH, 1994).

Los principales estados productores a nivel nacional son:

Chihuahua, Zacatecas, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Jalisco, Guanajuato, Campeche, Durango, Michoacán, Tamaulipas, Baja California Sur, Nayarit y Veracruz (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 2000).

Importancia Económica

Desde el punto de vista económico, el Chile *Capsicum annum* es actualmente la especie más importante en México. El Chile se cultiva en todo el territorio nacional, las variedades más importantes de Chile en nuestro país son: el ancho, serrano, jalapeño y mulato (SARH, 1994).

***Phytophthora capsici* , Leonian**

P. capsici, a través de toda una serie de ataques sistemáticos a las raíces, puede provocar podredumbres en el cuello, causando una brusca marchitez, sin amarilleo previo.

Características.

P. capsici es una especie heterotálica que forma anteridios anfiginos y esporangios capilados, alargados, con un óptimo térmico de crecimiento elevado (26 – 32°C) (Smith, *et al.* ,1992).

Los esporangióforos con ramificación irregular, esporangios deciduos de forma variable (elíptica, globosa, alimonados) con una o dos papilas bien desarrolladas; oogonios esféricos, terminales; oosporas lisas apleróticas.

Los esporangios producen zoosporas (12°C) o germinan directamente a temperaturas mayores de 18°C (Anaya y Romero, 1999).

La reproducción asexual tiene lugar por medio de zoosporas biflageladas. Otra forma de reproducción asexual puede ser por formación de clamidosporas intercalares a terminales las cuales germinan por medio de varios tubos germinativos o formando esporangios (Castillo, 1987).

Importancia y Distribución.

Esta especie fue encontrada por primera vez en Nuevo México, E.U.A., por Leonian (1922) atacando el cultivo del chile. En México fue descubierto por Galindo en el año 1956 atacando plantaciones de chile en los campos de la E.N.A.

en Chapingo, México y pueblos aledaños (Romero, 1993). Ocasiona daños hasta de 80% en las zonas productoras de chile: En Bajío, Aguascalientes y San Luis Potosí, también afecta a las cucurbitáceas (calabaza, pepino, sandía, melón), al tomate y a la berenjena; en Nayarit y Jalisco causa daños hasta 50%. (Anaya y Romero, 1999). En general en México se calcula que aproximadamente el 40% de las plantas mueren por esta enfermedad (Mendoza, 1996).

Ubicación Taxonómica

La ubicación taxonómica de acuerdo a Alexopoulos *et al.*, (1996) es la siguiente:

Reino..... Mycetae

División.....Mastigomycota

Clase.....Oomycetes

Orden.....Peronosporales

Familia.....Pythiaceae

Género.....*Phytophthora*

Especie.....*capsici*.

Síntomas

Comienza con una marchitez muy leve de la planta y después de tres o cuatro días, se marchita completamente observándose en el cuello un

necrosamiento muy marcado y al efectuarse un corte, se nota una coloración café oscura.

Las plantas enfermas muestran una banda parda oscura que ciñe el cuello de la raíz, debido a lo cual se marchitan y mueren. En las hojas y en las ramas presentan lesiones como tizón. Los frutos afectados permanecen adheridos a la planta, en ellos se forman manchas acuosas cubiertas por el micelio del hongo. Las semillas de estos frutos también es afectada y al abrirlos, con frecuencia se observa micelio oscuro que cubre las semillas podridas.

Puede haber infecciones secundarias, causadas por inóculo transportado por el aire húmedo o por salpique de la lluvia, en ramas, hojas y frutos. En las hojas, las lesiones son de color verde amarillento, luego cambia a café; en ramas se manifiesta como una pudrición café oscura; en frutos, el tono es verde claro y suave, aunque pronto afecta a todo el fruto y posteriormente se cubre de un modo blanquecino; por los síntomas en cuello y raíz puede confundirse con el ataque de *Rhizoctonia solani*, pero éste causa una pudrición no compacta en el cuello y se desprende la epidermis, en cambio *P. capsici* la pudrición es dura y no se descascara (Smith, *et al.*, 1992).

Ciclo de la Enfermedad.

Las oosporas son la única fuente de inóculo primario y sobreviven en el suelo por más de dos años en ausencia de hospedero. El micelio es una fuente importante de inóculo secundario.

Las condiciones ambientales son : alta humedad del suelo y temperaturas frescas; en la última etapa del cultivo, éste es más afectado porque coincide con la época más lluviosa. Las infecciones en el cuello de la planta se deben a las zoosporas del hongo que son llevadas por el agua e inician la infección por las heridas o los estomas. El marchitamiento se debe a una secreción de toxinas del hongo y al taponamiento de los vasos conductores (Mendoza y Pinto, 1985).

El hongo sobrevive de una estación a otra en los residuos de la cosecha, los esporangios se forman en la 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 las semillas atacadas o en el suelo como micelio u oosporas.

Ciclo Biológico.

Empieza con la germinación de las oosporas mediante un tubo germinativo que termina en un esporangio después de haber pasado su periodo de reposo y cuando las condiciones son favorables, posteriormente los esporangios liberan las zoosporas A1 y/o A2 en presencia de agua, nadando para infectar a la planta o se enquista para posteriormente iniciar su germinación e infección formando micelio que produce la infección o de existir dos micelios compatibles pueden aparcarse para formar las oosporas, en caso contrario pueden servir como estructuras de resistencia que al ciclo siguiente germinan e infectan tejidos susceptible para iniciar un nuevo ciclo (Ramírez y Romero, 1980).

Control Químico.

Rotar los cultivos por más de tres años, nivelar el terreno y formar surcos altos y con pendientes para evitar excesos de humedad, aplicar riegos ligeros y frecuentes. Es conveniente el uso de semillas sanas y/o desinfectada, desinfección de plántulas con Metalaxil antes del trasplante; aislar y quemar las plantas enfermas, eliminar todos los residuos.

El tratamiento de las semilla con Dexone 3 g/kg y dirigidas al cuello de la planta con Difolaton ph 80% 2 g/l de agua, Dithane M-45, Captan, Benlate, Ridomil, Aliette o Ricoil, Dowco444. El tratamiento del suelo con fosetil-A1

***Rhizoctonia solani* Kühn**

Características

El género *Rhizoctonia* fue establecido por De Candolle, en 1815. En 1853 Kühn describió la especie *R. solani*.

Este hongo esta distribuido en todo el mundo; donde la humedad y temperaturas son adecuadas, ataca una gran variedad de plantas silvestres y cultivadas. Además puede causar “damping off”, pudriciones o cáncer en el tallo, tizones o manchas foliares y pudriciones durante el almacenamiento de los frutos (León, 1978).

Roberts (1978), menciona que el agente patógeno no forma esporas durante su crecimiento vegetativo y fue clasificado en el orden del micelio estéril de los hongos imperfectos. Sus características distintivas son: ramificación en ángulo recto (90°C) o aproximadamente así, presencia de un septo tipo doliporo y la constricción de la hifa cerca del punto de origen (Alexopoulos *et al.*, 1996).

El micelio estéril es incoloro cuando pasa por su etapa juvenil pero se torna amarillo o de color café claro conforme madura (Agrios, 1995).

El micelio es uniformemente distribuido sobre la superficie del sustrato y algunas veces agregado en cordones miceliales productores de esclerocios; los esclerocios son aplanados o redondos, cubiertos por un fieltro aterciopelado, grueso, de diámetro variable de algunos mm a varios cm (Romero, 1993).

Sneh *et al.*,(1991) reportan que *Rhizoctonia* se separa en dos grupos: los binucleados y los multinucleados. Los dos grupos son: algún vestigio de pigmentación color café en las hifas, ramificación cerca del septo distal en hifas jóvenes, constricción de la hifa y formación del septo a corta distancia del punto de origen de la hifa ramificada. Ogoshi, 1987, divide a *Rhizoctonia* en tres grupos: el primero es multinucleados, que tiene tres o más núcleos por célula, con hifas que tiene diámetro de 6 a 10 micras, y su fase sexual esta en el género *Thanatephorus* Donk. El segundo es binucleados, tiene dos núcleos por célula , hifas de 4 a 7 micras de diámetro, y su fase sexual esta en el género *Ceratobasidium* Rogers. El tercero incluye a *Rhizoctonia oryzae* y *Rhizoctonia zaeae*, son multinucleados y su fase sexual esta en el género *Waitea* warcup y Talbot.

Su fase sexual (teleomorfo) de *R. solani* es un basidiomiceto conocido como *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (Alexopoulos *et al.*, (1996), Singleton, (1992), Ogoshi, 1987). Sus basidios tienen una forma de barril que miden de 15 a 18 x 8 a 10 micras, se forma sobre una capa membranosa de micelio y tienen 4 esterigmas, cada uno de ellos lleva una basidiospora ovoide hialina de 7 a 16 x 5 a 15 micras (Sneh, *et al.*, 1991).

Grupos de Anastomosis (GA)

Carling, (2000) reportó que *R. solani* presenta 14 grupos de Anastomosis que son: GA-1 hasta el GA-13 y un GA-BI.

En Coahuila y Nuevo León se han encontrado los grupos GA-2, GA-3, GA-4 y GA-5 Virgen *et al.*, (2000) y Alonso *et al.*, (1994) citados por García, (2002).

Agrios, 1996 cita diferentes grupos de Anastomosis no son totalmente específicos de su hospedante, muestran algunas tendencias bastantes definidas, estas son:

GA₁ = Producen pudrición de la semilla y del hipocotilo y tizones de los tejidos y partes aéreas de muchas especies vegetales.

GA₂ = Ocasionan un cancro de los cultivos que producen raíces comestibles y enfermedades de las raíces de las crucíferas.

GA₃ = Afecta principalmente a las plantas de papa y causan en ellas cancrisis del tallo, lesiones en los estolones y forman esclerocios negros en los tubérculos.

GA-4 = Infecta a una amplia gama de especies vegetales y ocasiona pudrición del hipocotilo y de las semillas en casi todas las angiospermas y lesiones del tallo cerca de la superficie del suelo en la mayoría de las leguminosas, el algodón y la remolacha azucarera.

García (2002), reporta que de 29 aislados recuperados de suelo de rizosfera de papa de la región de Navidad, Galeana, N. L. Efectuados por Castillo (2001), el aislado reportado con clave B15 tiene el mayor porcentaje de inhibición (X = 67.85%) para los grupos de anastomosis de *R. solani*, con excepción del GA-9, al cual logró inhibir en cinco días de ensayo.

Las cepas polífagas de tipo AG4, únicamente provocan podredumbres en el cuello de la planta (Messiaen *et al.* , 1995).

Importancia.

Este patógeno se encuentra en el suelo y causa una gran variedad de enfermedades como la pudrición de la semilla las cuales proveen alimentos a otros hongos fitopatógenos que crecen en el suelo; en ocasiones las semillas germinan, pero el hongo las ataca y destruye la plántula, antes que éstas emerjan dando como resultado crecimientos pobres y plantas jóvenes dañadas Lucas *et al.*, (1985) citado por Alvarado, (1997). *R. solani* causa lesiones en los brotes, cancro de los estolones y tubérculos, comúnmente llamada costra negra, por lo común afecta la emergencia en más del 90% causadas en los tallos subterráneos (Randall, 1993) esto puede reducir el rendimiento desde un 7 a un 64% (Carling *et al.*, 1986). Las condiciones húmedas y frescas pueden reducir la calidad de la

cosecha y favorecer formación de los esclerocios, estos son de color negro a café con su apariencia de costras en la superficie de los tubérculos (Holguin, 1999).

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979). Se encuentra ubicada la costra negra en la siguiente posición taxonómica:

Reino..... Mycetae

División..... Amastigomycota.

Clase..... Deuteromycetes

Orden..... Agonomycetales (Mycelia sterilia)

Genero..... *Rhizoctonia*

Especie..... *solani*.

En la cuarta edición de Alexopoulos *et al.*, (1996) ubican a *Rhizoctonia* en su fase sexual dentro de la clase Basidiomycetes.

Síntomas.

Gamez (1958), cita que en *Rhizoctonia solani* el ataque es sobre todo serio en plantas jóvenes., en recién nacidas causa el “damping off” afecta raíces y tallos formando ulceras de color café rojizo que se extiende longitudinalmente, ligeramente hundidas en el tallo. Si las condiciones son las optimas para el hongo,

puede causar estrangulamiento o bien pudrición de brotes (Mendoza y Pinto, 1983).

Los tubérculos presentan pequeñas costras duras de color pardo o negro sobre la epidermis semejando partículas de lodo o barro, pero no se desprende al lavar o frotar (García, 1984).

Estas costras que se encuentran en los tubérculos maduros se forman en esclerocios de color negro. Generalmente la epidermis de tubérculo por debajo de los esclerocios no presentan ninguna anomalía.

Otros síntomas en los tubérculos son : zonas agrietadas, malformaciones y necrosis en el extremo de la unión con el estolón Hoocker (1990), citado por Holguin (1999).

Epidemiología

El patógeno inverna por lo regular en forma de micelio o esclerocios en el suelo, en plantas perennes infectadas o en órganos de propagación (Agrios, 1991). Sus esclerocios sobreviven en tubérculos infectados y pueden persistir libremente en el suelo por largos periodos de tiempo Randall (1993). El inoculo llega al campo por medio de tubérculos-semilla, agua de riego o a través de fuentes externas como campos cercanos y maquinaria agrícola (Agrios, 1996).

La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18°C, la enfermedad se considera más grave en suelos húmedos con una temperatura de 18°C. La infección de las plantas jóvenes es más severa

cuando el crecimiento de las plantas es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo (Roberts, 1978).

Tipos de Control

Control cultural.- Schwartz y Gálvez citado por García (1995), señalan que la rotación del cultivos con trigo, cebada y maíz reduce la incidencia del patógeno, pero no la erradica. En cambio Snyder menciona que la aplicación de residuos de cebada, maíz y trigo al suelo infestado con *Rhizoctonia*, bajo condiciones de invernadero disminuyó significativamente la infección.

Control biológico.- La bacteria *Bacillus subtilis* ha sido reportada como antagonica a *R. solani in vitro* afectando el crecimiento micelial, observándose la formación de hifas (Virgen y López, 1992).

Agrios (1996) menciona que *Rhizoctonia* es parasitado por varios microorganismos como los hongos *Trichoderma*, *Gliocladium* y *Laetisaria*, varias mixobacterias del suelo y por nematodos micofagos como *Aphelenchus avenae*.

Control químico.- Agrios (1996) señala que hay varios fungicidas incluyendo algunos de contacto (Iprodione y el Clorotalonil) y sistémicos (carboxina, triadimefon y tiofanato de metilo) al parecer proporcional un control de las causadas por *Rhizoctonia solani*.

Marchitez Causada por *Fusarium solani*

En México *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* se han reportado afectando al cultivo del chile, principalmente en las zonas productoras del país sobre todo en Durango y Zacatecas. Este patógeno se encuentra reportado en el Bajío, Valle del fuerte, Norte de México, Nayarit y Valle de Actopan Hgo. Sánchez, (1983) citado por Flores (1995).

La enfermedad presenta serios problemas en el mundo, puede causar perdidas muy severas principalmente cuando se siembran cultivares susceptibles bajo condiciones favorables para el patógeno (Agrios, 1991).

Importancia

Las especies de *Fusarium* están ampliamente distribuidas en el suelo y sobre sustrato orgánico.

Ciertas especies de este género también se le ha encontrado causando enfermedades en el hombre y los animales así como pudriciones en los alimentos almacenados produciendo toxinas de diversos grados de peligrosidad para el que los consuma. Booth (1971), citado por Montes (1994).

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979), ubican taxonómicamente a *Fusarium solani* de la siguiente manera:

Reino.....Mycetae

División.....Amastigomycota

Clase.....Deuteromycetes

Orden.....Moniliales

Familia.....Tuberculariaceae

Género.....*Fusarium*

Especie.....*solani*

Síntomas

Las especies de *Fusarium* ocasionan daño en las raíces de las plantas, como resultado un marchitamiento de la parte aérea (García, 1980).

Los primeros síntomas de la marchites por *Fusarium solani* aparece como lesiones o vetas rojizas en el hipocotilo y en la raíz primaria, una semana después de la emergencia de las plantas, al avanzar la infección, las lesiones se unen y se vuelven de color café rojizo. Las raíces primarias y laterales suelen morir por efecto del patógeno, al morir la raíz primaria la parte inferior del tallo se torna hueca (Bolkan, 1980).

En plantas viejas en el campo, las raíces y bases de los tallos muestran ennegrecimiento, lo mismo que los haces vasculares (Agrios, 1989).

Epidemiología

F. solani se encuentra en suelos naturales infestados en forma de clamidiosporas.

Las macroconidias pueden formarse en las lesiones de las plantas que se extienden por encima de la superficie del suelo (Nash *et al.*, 1961). El hongo es un habitante del suelo e inverna en forma de micelio, se disemina por las aguas de riego, equipo contaminado en la maquinaria y en las partículas de suelo esparcidas por el viento o por contacto.

El hongo penetra a través de la raíz por heridas o en el punto donde se forma las raíces secundarias (Barnes, 1968).

Fusarium también produce abundantes esporas de resistencia (Clamidiosporas) que pueden permanecer latentes durante años (Roberts y Boothroyd, 1978).

Tipos de Control

Control biológico .- Olivares (1993) señala que *Bacillus* sp. inhibió a *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Alternaria* en condiciones de invernaderos y que el tratamiento de la semilla certificada con *B. subtilis* al trasplantar redujo considerablemente la marchites.

Control cultural.- Ramírez (1989) señala que el uso de plástico como cobertura del suelo, es recomendable ya que disminuyó parcialmente la presencia

de *Fusarium oxysporum* en el cultivo del tomate y controló mejor en la medida de la solarización.

Control químico.- Romero (1993) menciona que el Benlate, sólo abaten temporalmente la población, ya sea porque muchas esporas son capaces de evadir la acción fungicida, o porque los mismos fungicidas, que pueden actuar como agentes mutagénicos, dan por resultado que varias esporas adquieren resistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Trabajo

El presente trabajo se llevo a cabo en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Material Biológico

Se utilizó la cepa antagónica *Bacillus* sp clave B15 del Laboratorio de Fitopatología la cual fue aislada dentro del proyecto “Aislamiento e identificación de actinomicetos de rizosfera de suelo con actividad antagónica contra *Rhizoctonia solani* de las zonas paperas de Coahuila y Nuevo León (Castillo, 2001)”. Este aislado es reportado por García (2002) como una cepa con actividad antagónica por competencia contra 13 grupos de anastomosis multinucleados de *Rhizoctonia solani* del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF – SAGARPA).

Las cepas de *Phytophthora capsici* y *Fusarium solani* utilizadas para esta investigación fueron obtenidas del cepario de hongos fitopatógenos del mismo Laboratorio y Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Activación de la Bacteria Antagónica *Bacillus* sp. clave B15.

De una azada de un cultivo en refrigeración de *Bacillus* sp clave B15 se sembró y se purificó en placas petri con agar nutritivo mediante la técnica de estría en placa. Para ello las placas se incubaron a 48 h a 28 °C. Posteriormente una colonia aislada se tomó con el asa microbiológica en condiciones asépticas y se resembró nuevamente en agar nutritivo y se incubó a 28 °C por 48 h, comprobando mediante frotis simple teñido con cristal violeta al 1% la pureza del cultivo. A este cultivo se le realizó la tinción de gram y se le observó en vivo en frotis al microscopio de contraste de fases (modelo Axiostar plus de Carl Zeiss), para observar sus características morfológicas.

La cepa activa de 48 h fue utilizada así para realizar los ensayos de antagonismo *In vitro* contra los hongos fitopatógenos causantes de la marchitez del chile.

Activación de los Hongos Fitopatógenos *R. solani*, *P. capsici* y *F. solani*.

La cepa de *Rhizoctonia solani* fue recuperada de plántulas de Chile con síntomas de "Damping off" mientras que la de *Phytophthora capsici* y *Fusarium solani* fueron obtenidas del cepario del Laboratorio de Fitopatología y fueron reportados como aislamientos de la marchitez del Chile (Flores, 1995).

Los aislados fueron activados en placas de agar nutritivo a pH de 5.6 y fueron incubados a 28 °C por 5 días. Comprobando, mediante preparaciones en lactofenol y portaobjetos la pureza de estos cultivos.

Evaluación de la Activación Antagónica *In vitro*.

Para este propósito se utilizó medio de cultivo agar nutritivo, ya que este medio está reportado por García, *et al.*, (2002) como un medio que favorece el crecimiento de ambos organismos, agente antagónico (*Bacillus* sp. B15) y los hongos fitopatógenos *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Fusarium solani*.

Para realizar los ensayos, un explante del hongo fitopatógeno fue colocado al centro de la placa de petri y en 4 puntos equidistantes un punto de siembra de la bacteria antagónica, así al crecer el hongo y la bacteria antagónica se puede observar si esta inhibe o no el crecimiento del fitopatógeno (Korsten *et al.*, 1995). El crecimiento del hongo hacia la bacteria antagónica se midió cada 24 h por 5 días, tiempo en que el testigo (sin el antagonista solo el hongo fitopatógeno) tardó en llenar la placa de cultivo.

Para transformar el crecimiento del hongo (radio de crecimiento micelial) en porcentaje de inhibición, hacia los 4 puntos equidistantes donde se desarrolla la bacteria antagónica, se utilizó la fórmula propuesta por Skidmore (1976) citado por García (2002).

$$GI = (kr - r1 / kr) * 100$$

GI = Porcentaje de inhibición.

Kr = El crecimiento del hongo, del punto de la inoculación al margen de la colonia en la caja petri, como testigo.

r1 = El crecimiento del hongo, en el punto de inoculación al margen de la colonia en dirección de la bacteria antagónica.

Propagación y Obtención de Esporas de *Bacillus* sp. clave B15.

Se efectuó en dos fases, la primera fue propagando la fase vegetativa de esta bacteria en matraces conteniendo caldo nutritivo en agitación rotatoria (agitador New Brunswick, Scientific Classic G-25) a 150 rpm, con 28°C por 18 h. Posteriormente, la segunda fase consistió en colocar 1 ml del inóculo de esta bacteria propagada en caldo nutritivo en placas conteniendo agar nutritivo y difundiendo por movimiento circulatorio la bacteria sembrada. En seguida se incubaron las placas sembradas a 30°C en una incubadora (modelo Felisa) por 72 h hasta esporulación, una vez esporulada la bacteria, se recuperó el crecimiento sobre la placa y se colocó con una asa en tubos de ensayo estéril conteniendo agua destilada estéril. Estos tubos sirvieron como solución stock de esporas de *Bacillus* sp clave B15.

Obtención de Micelio y Conidias de Hongos Fitopatógenos.

Para obtención de micelio de los hongos fitopatógenos *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*, primeramente fueron sembradas en placas conteniendo agar nutritivo por 5 días a 28°C en seguida el contenido total de una caja fue colocado en un tubo de 50 ml de agua estéril, utilizándose así para los ensayos con semilla germinada de chile *Capsicum annum* L.

El mismo procedimiento fue utilizado para *Fusarium solani* sin embargo en este procedimiento se realizó el conteo de conidios obtenidos por cada placa de petri en igual volumen de resuspensión que el micelio de *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici* (50 ml).

Conteo de Esporas y Conidias.

Una muestra de la suspensión stock de *Bacillus* sp. clave B15 fue diluida 1:10 en agua estéril, colocando una muestra en el hemacitometro o cámara de Neubauer para su observación, el conteo de esporas fue efectuado en un microscopio de contraste de fase (Axiostar plus Carl Zeiss). El procedimiento de conteo se efectuó realizando conteos total de esporas en 5 cuadros grandes y dividiendo entre 5 para sacar el promedio por cuadro grande y el resultado se multiplica por 10 y 10000 para obtener el número de esporas por mililitro.

Diseño del Experimento en Plántulas de Chile.

Semillas de chile jalapeño *Capsicum annum* compañía (Petoseed) fueron primeramente puestas en un matraz con agua destilada y agitadas por 12 h para remover el plaguicida adherido que trae la semilla. Al cabo de este tiempo las semillas fueron lavadas tres veces con agua destilada y puestas en charolas transparentes con papel estroza estéril húmedo para estimular la germinación durante 3 días. Cada semilla germinada fue usada para realizar el experimento de patogenicidad de cada uno de los fitopatógenos mencionados anteriormente, así como para evaluar la actividad antagónica sobre la patogenicidad que cada fitopatógeno tiene en la semilla germinada durante 8 días. El diseño empleado fue

completamente al azar en donde cada semilla germinada se consideró como una repetición y en donde cada tratamiento incluyó un testigo absoluto (semilla germinada de chile, sin la inoculación del hongo) y un testigo negativo (semilla germinada tratada con el fitopatógeno y sin bacteria antagónica, ni funguicida) un tratamiento a semilla con *Bacillus* sp B15 e inoculado con *Rhizoctonia*, semilla tratada con Tecto^{MR} como funguicida e infectada con *Rhizoctonia*. De igual forma se emplearon los mismos tratamientos para la semilla infectada con *Phytophthora* y *Fusarium*.

Los tratamientos con la bacteria antagónica se efectuaron colocando 30 µl de la suspensión stock de esporas de esta bacteria en todos los tratamientos que incluían la evaluación de este organismo. El agente fitopatógeno fue colocado sobre el hipocotilo germinado de la semilla de chile una vez que se colocó la bacteria antagónica, empleando 30 µl de la suspensión original, esto para el caso de *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, mientras que para el caso de *Fusarium* se emplearon 30 µl de una suspensión de 4.85×10^6 esporas por ml, en cada tratamiento. Cada ensayo consistió de 21 semillas considerando como 21 repeticiones para el total de cada tratamiento y 147 individuos como el total de la población tratada.

El ensayo duro 8 días registrando por día el número de necrosis presentes en raíz (X_{EP}), al final del experimento la longitud total del crecimiento (X_{EPLR}) y el número total de raíces secundarias (X_{EPNRS}).

Análisis Estadísticos

Se utilizó el análisis completamente al azar con 2 factores: (A) tratamientos y (B) tiempos, para analizar la información del radio micelial para cada uno de los hongos fitopatógenos.

Para el experimento efectuado con semillas germinadas de chile se empleo la comparación de medias de base a la diferencia mínima significativa y su fórmula

es:
$$DMS = td \sqrt{\frac{ZCMEE}{r}}$$

El modelo estadístico utilizado fue un diseño experimental factorial para comportar simultáneamente dos o más factores.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + V_j + TV_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

V_j = Efecto del j -ésimo tiempo

TV_{ij} = Interacción del i -ésimo tratamiento con el j -ésimo tiempo

E_{ijk} = Error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

El aislado bacteriano reportado por García, (2002) como antagónico para doce de trece grupos de anastomosis de *R. solani*, es una bacteria gram (+), con esporas subterminal, oval, que crece rápido sobre placas de agar nutritivo a PH = 7.0. Esta bacilo es de forma elongada en un extremo y en el otro, fuertemente aeróbico y fue identificado como *Bacillus* sp B15 (Figura 1), según la descripción de este genero de Gordón, *et al.*, (1973).

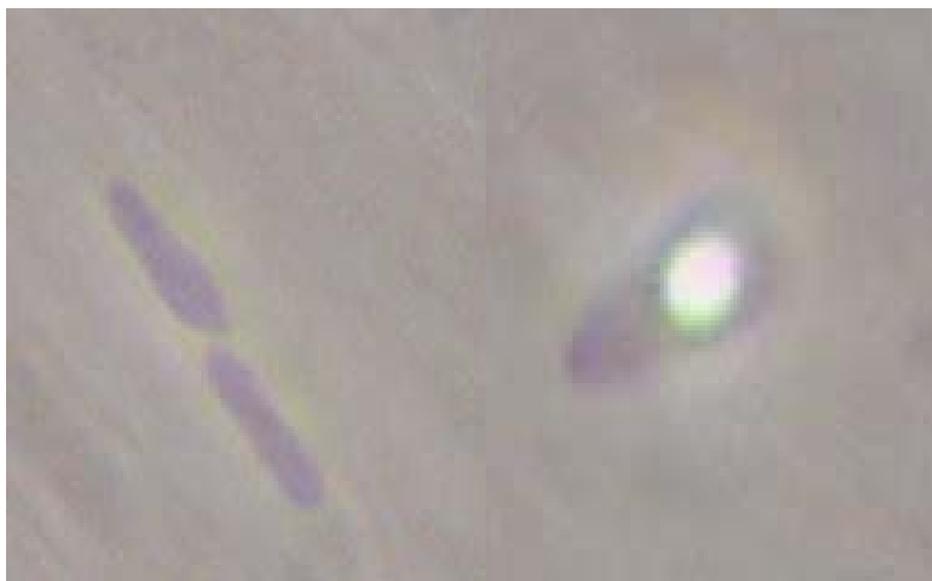


Figura 1: Bacteria Antagónica *Bacillus* sp. B15

El análisis de varianza para el crecimiento de *Rhizoctonia solani*, mostró que tanto en el testigo como en los tratamientos con la bacteria antagónica *Bacillus* sp B15, hubo evidencia suficiente para considerar que el comportamiento

fue diferente entre los dos tratamientos ($P < 0.05$) obteniéndose mayor crecimiento en el testigo ($X = 1.8650$ cm) que con la bacteria antagónica ($X = 1.4900$ cm). Con ello se demuestra que existió inhibición del crecimiento provocado por el antagonismo del aislado *Bacillus* sp B15, sobre los tres fitopatógenos en estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Radio Micelial de Crecimiento de *R. solani*, *F. solani*, *P. capsici* en Presencia de *Bacillus* sp B15.

Tratamientos	Medias del radio Micelial (cm).		
	* <i>Rhizoctonia solani</i> .	** <i>Fusarium solani</i> .	*** <i>P. capsici</i> .
Testigo	1.8650 a	1.6200 a	2.8100 a
<i>Bacillus</i> sp B15	1.4900 b	0.8400 b	1.2950 b

*DMS = 0.0524 **DMS = 0.0613 ***DMS = 0.1244

a,b = Grupos estadísticos con la misma letra son estadísticamente similares($P=0.05$)

Al igual que con *Rhizoctonia solani* el análisis factorial reportó que tanto para *Fusarium* como para *Phytophthora* el comportamiento del testigo fue diferente ($P < 0.05$) que el tratamiento en el cual se incluía la bacteria antagónica, tanto en el radio de crecimiento como en el crecimiento, en los cinco días del experimento (Cuadro 1).

El comportamiento en el radio de crecimiento de los fitopatógenos a lo largo del experimento fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$). Mientras que las medias del crecimiento total variaron según el fitopatógeno tal y como se observa

en el Cuadro 2. En él se puede apreciar que la media del crecimiento de *Rhizoctonia solani* no presentó variación a partir del tercer día sugiriendo que desde el tercer día de crecimiento el efecto antagónico de *Bacillus* sp B15 no permitió el desarrollo de este hongo. En el caso de *Fusarium solani* el crecimiento es similar a partir a los 48 h respecto al testigo, por lo que el efecto antagónico de la bacteria fue superior al manifestado por *Rhizoctonia solani* dado que a partir de las 48 h estadísticamente el radio de crecimiento es el mismo, lo que denota inhibición por la bacteria *Bacillus* sp B15.

Cuadro 2. Evaluación *in vitro* de *R. solani*, *F. solani* y *P. capsici* contra *Bacillus* sp. B15.

Tiempo en Horas	*Medias (cm) del Crecimiento Micelial.		
	<i>Rhizoctonia solani.</i>	<i>Fusarium solani.</i>	<i>P. capsici.</i>
24	0.2750 c	0.4750 b	0.0000 c
48	1.2750 b	0.8750 a	1.3000 b
72	1.9750 a	0.9500 a	1.7250 a
96	1.9750 a	0.9500 a	1.7250 a
120	1.9750 a	0.9500 a	1.7250 a

a, b, c.. Grupos estadísticos con la misma letra son similares estadísticamente (P< 0.05).

* Media de cuatro repeticiones del radio micelial por prueba de antagonismo con *Bacillus* sp. B15.

En *Phytophthora capsici* las manifestaciones de inhibición por la bacteria antagónica se apreciaron a partir de 72 h de crecimiento, dado que la media del

crecimiento de se mantiene similar ($P < 0.05$) respecto al testigo, a este tiempo de ensayo.

Los tres hongos fitopatógenos en ensayo *In vitro* manifestaron inhibición por *Bacillus* sp B15, sin embargo la inhibición fue más rápida en *F. solani*.

Evaluación del Antagonismo de *Bacillus* sp B15 sobre *Rhizoctonia solani* en Hipocotilo de plántulas de chile.

En el cuadro 3 se muestran los valores medios del número de raíces necrosadas (X_{ER}), la longitud del crecimiento de raíz (X_{ERLR}) y el número de raíces secundarias (X_{ERNRS}) del hipocotilo de plántulas de chile después de 8 días de haber sido inoculadas con la bacteria *Bacillus* sp. B15 e infectadas posteriormente con una cepa de *Rhizoctonia solani* aislada de la misma planta. Como se observa, todos los tratamientos se comportaron de manera diferente al testigo dado que éste carece de raíces necrosadas mientras que los infectados con *Rhizoctonia* y los tratados con B15 así como con el funguicida químico Tecto^{MR} presentaron necrosis, diferenciándose entre si por el número de plantas necrosadas. Es importante señalar que los tratamientos efectuados con el funguicida Tecto^{MR} y tratados con *Rhizoctonia* se presenta el mayor número de plantas necrosadas mientras que los tratados con la bacteria antagonica B15 presentan estadísticamente menor número de plantas necrosadas ($P < 0.05$).

Al analizar el efecto que sobre plantas infectadas tratadas con *Rhizoctonia* y con la bacteria antagonica B15 se observan datos similares, dado que los tratamientos son diferentes al testigo y los tratamientos con *Rhizoctonia*, Tecto^{MR} y la bacteria antagonica presentan longitud del crecimiento de la raíz inferior al

testigo. Lo anterior que aparentemente demuestra que existe un efecto sobre la longitud de la raíz; primero se ve reducida por la presencia del fitopatógeno en comparación con el testigo, mientras que en los tratamientos existen diferencias estadísticas ($P < 0.05$), no encontrándose una relación explícita que pudiera explicar la variación en la longitud de la raíz respecto a la presencia de la bacteria antagonista (Cuadro 3).

El efecto de la presencia del antagonista sobre la existencia de raíces secundarias no demuestra que existe incremento respecto al testigo dado que entre los tratamientos con la bacteria antagonista el funguicida y el testigo no existió una diferencia significativa entre ellos.

Cuadro 3. Comparación de medias de raíces necrozadas (X_{ER}), longitud de la raíz (X_{ERLR}) y numero de raíces secundarias (X_{ERNRS}), a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con *R. solani*.

Tratamientos	X_{ER}	X_{ERLR}	X_{ERNRS}
<i>Rhizoctonia</i>	12.3333 a	7.0714 ab	5.7619 bc
Rh + B15	8.1667 bc	6.4286 abc	5.9048 abc
Rh +B15(Dil. 1:10)	9.0000 bc	5.0476 c	6.0000 ab
Rh +B15(Dil. 1:10)	8.0000 bc	6.1429 bc	6.0476 ab
Rh +B15(Dil. 1:10)	7.1667 c	6.4286 abc	7.2381 a
Rh + tecto	10.3333 ab	2.7619 d	5.2381 bc
Testigo	0.0000 d	8.0000 a	4.4762 c

a, b, c.... Grupos estadísticos con la misma letra son similares estadísticamente (P = 0.05).

X_{ER} = Bioensayos en invernadero con *R. solani* y *Bacillus* sp. B15 a 8 días de la inoculación.

X_{ERLR} = Bioensayos en invernadero con *R. solani* y *Bacillus* sp. B15 en la longitud de la raíz a 8 días de la inoculación.

X_{ERNRS} = Bioensayos en invernadero con *R. solani* y *Bacillus* sp. B15 en el número de raíces secundarias a 8 días de la inoculación.

El efecto de *Fusarium* sobre las mismas variables; número de necrosis (X_{EF}), longitud de la raíz(X_{EFLR}), número de raíces(X_{EFNRS}) se muestran en el Cuadro 4 donde se observa que el efecto sobre el número de plantas necrosadas

en raíz es muy similar al encontrado con *Rhizoctonia* dado que todas las plantas presentaron necrosis a diferencia del testigo. Los tratamientos de hipocotilo tratados con la bacteria antagónica y *Fusarium* presentan menor número de plantas infectadas existiendo diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos. Al respecto de la longitud de raíz los tratamientos se comportaron de manera diferente al testigo, es decir que la longitud de raíz en hipocotilo de chile fue menor en los tratados con la bacteria antagónica, el funguicida y el agente fitopatógeno *Fusarium solani*. Mientras que en el número de raíces secundarias existió una variación amplia que no permite diferenciar los tratamientos respecto al testigo (cuadro 4).

Datos muy similares respecto a las variables antes mencionadas fueron obtenidos con *Phytophthora capsici* al ser tratados con la bacteria antagónica B15 (Cuadro 5) todos los tratamientos presentaron plántulas con raíces necrosadas mientras que en el testigo esta no se observó en los tratamientos con bacteria antagónica *Bacillus* sp B15 presentaron menor número de plantas necrosadas. La longitud de raíz se comporto de manera similar a los tratamientos anteriores es decir la longitud fue inferior en los tratamientos respecto al testigo no tratado. Al respecto de la presencia de raíces secundarias el comportamiento fue muy heterogéneo y no existió evidencia suficiente como para considerar diferencias entre ellos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Comparación de medias de raíces necrozadas (X_{EF}), longitud de la raíz (X_{EFLR}) y numero de raíces secundarias (X_{EFNRS}), a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con *F. solani*.

Tratamientos	X_{EF}	X_{EFLR}	X_{EFNRS}
<i>Fusarium</i>	7.0000 d	6.9524 ab	6.3810 a
F.s + B15	8.6667 c	4.9048 c	2.7143 d
F.s +B15(Dil. 1:10)	4.0000 e	7.8095 a	5.6667 ab
F.s +B15(Dil. 1:10)	7.3333 d	6.1905 bc	6.5714 a
F.s +B15(Dil. 1:10)	21.0000 a	1.2381 e	4.1429 c
F.s + tecto	19.0000 b	2.6190 d	6.7619 a
Testigo	0.0000 f	8.0000 a	4.4762 bc

a, b, c, d, e... Grupos estadísticos con la misma letra son similares estadísticamente ($P = 0.05$).

X_{EF} = Bioensayos en invernadero con *F. solani* y *Bacillus* sp. B15 a 8 días de la inoculación.

X_{EFLR} = Bioensayos en invernadero con *F. solani* y *Bacillus* sp. B15 en la longitud de la raíz a 8 días de la inoculación.

X_{EFNRS} = Bioensayos en invernadero con *F. solani* y *Bacillus* sp. B15 en el número de raíces secundarias a 8 días de la inoculación.

Cuadro 5. Comparación de medias de raíces necrozadas (X_{EP}), longitud de la raíz (X_{EPLR}) y numero de raíces secundarias (X_{EPNRS}), a 8 días después de la inoculación en la planta de chile con *P. capsici*.

Tratamientos	X_{EP}	X_{EPLR}	X_{EPNRS}
<i>Phytophthora</i>	7.8333 b	6.8571 ab	5.0000 bc
Phy + B15	10.1667 a	4.9286 c	3.3810 de
Phy+B15(Dil. 1:10)	9.5000 a	6.2143 bc	3.1429 e
Phy+B15(Dil. 1:10)	6.0000 c	7.7141 ab	5.0952 bc
Phy+B15(Dil. 1:10)	7.1667 bc	6.5000 ab	5.8095 ab
Phy + tecto	10.0000 a	6.5476 ab	6.6190 a
Testigo	0.0000 d	8.0000 a	4.4762 cd

a, b, c, d, e... Grupos estadísticos con la misma letra son similares estadísticamente ($P = 0.05$).

X_{EP} = Bioensayos en invernadero con *P. capsici* y *Bacillus* sp. B15 a 8 días de la inoculación.

X_{EPLR} = Bioensayos en invernadero con *P. capsici* y *Bacillus* sp. B15 en la longitud de la raíz a 8 días de la inoculación.

X_{EPNRS} = Bioensayos en invernadero con *P. capsici* y *Bacillus* sp. B15 en el número de raíces secundarias a 8 días de la inoculación.

CONCLUSIONES

Existe un marcado efecto inhibitorio del aislado bacteriano antagónico clave B15 identificado como *Bacillus* sp sobre los hongos fitopatógenos causantes de la marchites del chile *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Phytophthora capsici in vitro*. Esta misma bacteria demuestra un efecto permanente en la reducción de la cantidad de plantas de chile que presentan necrosis y un efecto marcado sobre la longitud de plantas tratadas con la misma. No existió evidencia estadística suficiente como para considerar que la presencia de la bacteria antagónica como un agente de biocontrol de los fitopatógenos mencionados estimuló el incremento de raíces secundarias, pero sin embargo la presencia de los fitopatógenos si redujeron la longitud de las mismas en los experimentos de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 1999. Fitopatología. Quinta reimpresión de la segunda edición. Editorial Limusa. México. 838 p.
- Alexopoulos, J. 1979. Introducción a la Micología. Tercera edición. Editorial Universitaria de Buenos Aires: pp; 424 – 425.
- Alexopoulos, C. J. and C. W. Mims, 1979. Introductory mycology. 3th edition. John Willey and Sons. USA: pp 632.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., and Blackwell, M. 1996. Introductory mycology. Cuarta edition. Editorial John Willey and Sons. New York. 869 p.
- Alvarado, N. R. 1997. Patogenicidad de tres cepas de *Rhizoctonia* aisladas de maleza, frijol y zanahoria en las variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Alpha y Mundial. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México: pp 5.
- Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas. México: pp; 40 – 44.
- Barnes, E. H. 1968. Atlas and manual of plant pathology appleton century crofts, New York: pp; 232 – 236.
- Bolkan, A. H. 1980. Las pudriciones radicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 310p.

- Calderoni, A. V. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Argentina: Pp; 45 – 47.
- Carling, D. E. 2000. Anastomosis groups and subsets of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. Congreso Mundial de *Rhizoctonia*, Taiwan. en. <http://www.nchu.edu.tw/~isr2000/total%20abstract.htm#Toc488585791>
- Castillo, F. E. 2001. Efectividad *in vitro* de actinomicetos aislados de la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de los estados de Coahuila y Nuevo León sobre *Rhizoctonia solani* Kühn. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp; 21.
- Castillo, T. J. 1987. Micología. Primera edición. Editorial Limusa. 208p.
- Dickinson, C. H. y Lucas J. A. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. Primera edición. Editorial Limusa. México: pp; 278 – 283.
- Flores, A. G. 1995. Antibiosis de bacterias del rizoplano contra hongos causantes de la marchitez del chile (*Capsicum annum*). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp; 35.
- García, A. M. 180. Patología vegetal practica. Segunda edición. Editorial Limusa. México. 256p.
- García, F. J. 2002. Evaluación *In vitro* de Bacterias Antagónicas Aisladas de la Rizosfera de papa contra 13 Grupos de Anastomosis Multinucleados de *Rhizoctonia solani* kühn. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67p.

- García, G. A. C. 1995. Efectividad biológica de fungicidas en la costra negra de la papa *Rhizoctonia solani* Kühn bajo condiciones controladas. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp; 49.
- Gordón, R. R., Hioynes, C. N. and Pang, H. N. C. 1973. The genus "*Bacillus*". Agriashore Handbook v. 427. USDA – ARS. USA: pp; 5 – 16.
- Holguin, P. R. J. 1999. Niveles de tolerancia a fungicidas de diferentes grupos toxicológicos y pruebas de adaptabilidad de *Rhizoctonia solani* y *R. cerealis* de las regiones paperas de Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, Guanajuato y Toluca. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 103p.
- I.N.E.G.I. 2000. El sector alimentario en México. 41p.
- Kuruvadi, S., M. Ramírez, M., D. Jasso de R. y A. López, B. 1991. Estimación rápida para la selección de líneas resistentes a temperaturas altas en Chile serrano. SOMECH, A. C. INIFAP – CIQA – UAAAN. Memorias IV Congreso Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México: pp;190.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M. y Parker, J. 1998. Biología de los microorganismos. Octava edición. Editorial Prentice Hall Iberia. España. 440p.
- León, G. H. 1978. Enfermedades de los cultivos en el estado de Sinaloa. Primera edición. SARH – INIA. 213p.

- León, G. H. 1983. Enfermedades de los cultivos en el estado de Sinaloa. Segunda edición. SARH – INIA. 183p.
- Manners, J. G. 1986. Introducción a la fitopatología. Primera edición. Editorial Limusa. México. 130p.
- Mendoza Z. C. y Pinto C. B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo del Departamento de Parasitología Agrícola. 311p.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola. México: pp; 39 – 44.
- Messiaen, C. M., D. Blancard, F. Rouxel y R. Lafon. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Tercera edición. Editorial INRA. España: pp; 151, 159, 160 – 162.
- Montes, V. G. 1994. Comportamiento de Fungicidas en el Control de la secadera del chile serrano en Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp; 12.
- Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. Ann. Rev. of Phytopathology 25: pp; 125 – 143.
- Pérez, M. G., Marqués, S. T. y Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 380p.

- Ramírez, V. J. 1989. Efecto de la solarización y el metansodio sobre la pudrición de la corona y raíz del tomate *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*, malas hierbas y desarrollo del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Memorias de XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Montecillos, México: pp; 156.
- Randall, C. R. 1993. Potato health management. The American Phytopathological Society. USA. 178p.
- Roberts, D. A. y Boothroyd, C. M. 1978. Fundamentos de patología vegetal. Acriba. México. 392p.
- Roberts, D. A. 1978. Fundamentos de patología vegetal. Acriba. México. 302p.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Primera reimpresión en español. Dirección del Patronato Universitario, UACH. México: pp; 308 – 311.
- S.A.R.H. 1994. Sistema producto – chile. Datos básicos. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultura. Dirección General de Política Agrícola: pp; 21 – 32.
- Smith, I. M., J. Dunez, D. H. Phillips, R. A. Lelliott y S.A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Edición Mundi – Prensa. España. 671p.
- Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. Phytopathological Society. USA. 133p.

United States Department of Agriculture. 1965. Enfermedades de las plantas.

Traducida al Español de The yearbook of agriculture. México. 1099 p.

Vicencio, H. G. 1996. Aspectos parasitológicos del cultivo del chile. Monografía.

U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: pp; 16.

Virgen, G. C. J. y N. López. 1992. Una bacteria antagónica a *Rhizoctonia solani* "In

vitro". Memorias del XIX Congreso Nacional De Fitopatología. Pp 165.

Walter, W. G; McBee, R. H y K. L., Temple. 1982. Introducción a la microbiología.

Segunda impresión. Editorial continental. México. 409p.

APÉNDICE

Cuadro 6. Análisis de varianza del antagonismo de *Bacillus* sp. B15 contra *Rhizoctonia solani*.

A	B	REPETICIONES			
		1	2	3	4
1	1	0.4000	0.2000	0.2000	0.3000
1	2	1.3000	1.3000	1.2000	1.3000
1	3	2.0000	2.0000	1.8000	2.0000
1	4	2.1000	2.0000	1.8000	2.0000
1	5	2.1000	2.0000	1.8000	2.0000
2	1	0.2000	0.4000	0.4000	0.4000
2	2	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000
2	3	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
2	4	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000
2	5	3.3000	3.3000	3.2000	3.3000

A = Tratamientos.

B = Tiempos.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	1.406250	1.406250	213.6135	0.000
FACTOR B	4	26.853516	6.713379	1019.7822	0.000
INTERACCION	4	2.552490	0.638123	96.9327	0.000
ERROR	30	0.197495	0.006583		
TOTAL	39	31.009750			

C.V. = 4.84%

Cuadro 7. Análisis de varianza del antagonismo de *Bacillus* sp. B15 contra *Fusarium solani*.

A	B	REPETICIONES			
		1	2	3	4
1	1	0.5000	0.5000	0.5000	0.4000
1	2	0.9000	0.9000	0.9000	0.8000
1	3	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000
1	4	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000
1	5	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000
2	1	0.3000	0.4000	0.3000	0.4000
2	2	1.1000	0.8000	0.9000	1.1000
2	3	1.7000	1.6000	1.6000	1.7000
2	4	2.4000	2.1000	2.2000	2.4000
2	5	2.8000	2.8000	2.9000	2.9000

A = Tratamientos.

B = Tiempos.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	6.084003	6.084003	675.9706	0.000
FACTOR B	4	10.891499	2.722875	302.5283	0.000
INTERACCION	4	5.678493	1.419623	157.7290	0.000
ERROR	30	0.270012	0.009000		
TOTAL	39	22.924007			

C.V. = 7.71%

Cuadro 8. Análisis de varianza del antagonismo de *Bacillus* sp. B15 contra *Phytophthora capsici*.

A	B	REPETICIONES			
		1	2	3	4
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	2	1.6000	1.0000	1.1000	1.5000
1	3	2.1000	1.6000	1.4000	1.8000
1	4	2.1000	1.6000	1.4000	1.8000
1	5	2.1000	1.6000	1.4000	1.8000
2	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	2	2.0000	2.2000	2.1000	2.1000
2	3	4.0000	4.0000	4.0000	3.8000
2	4	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
2	5	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000

A = Tratamientos.

B = Tiempos.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	22.952271	22.952271	618.9275	0.000
FACTOR B	4	50.123550	12.530888	337.9060	0.000
INTERACCION	4	8.931458	2.232864	60.2111	0.000
ERROR	30	1.112518	0.037084		
TOTAL	39	83.119797			

C.V. = 9.38%

Cuadro 9. Análisis de varianza de la comparación de raíces necrozadas (X_{ER}) en la planta de chile con *Rhizoctonia solani* a 8 días después de la inoculación, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Duración del Experimento en Días						x
	3	4	5	6	7	8	
<i>Rhizoctonia</i>	4	10	15	15	15	15	12.33
Rh + B15	5	8	9	9	9	9	8.16
Rh+B15(1:10)*	6	8	10	10	10	10	9
Rh+B15(1:10)*	4	6	8	10	10	10	8
Rh+B15(1:10)*	3	7	8	8	8	9	7.16
Rh+Tecto0.1%	6	8	11	11	11	15	10.33
Testigo	0	0	0	0	0	0	0

* Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	538.809814	89.801636	13.5282	0.000
ERROR	35	232.333008	6.638086		
TOTAL	41	771.142822			

C.V. = 32.79 %

Cuadro 10. Análisis de varianza de la comparación de raíces necrosadas (X_{EF}) en la planta de chile con *Fusarium solani* a 8 días después de la inoculación, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Duración del Experimento en Días						x
	3	4	5	6	7	8	
<i>Fusarium</i>	6	6	6	8	8	8	7
Fs+ B15	7	7	7	9	9	13	8.66
Fs+B15(1:10)*	3	3	3	4	5	6	4
Fs+B15(1:10)*	7	7	7	7	7	9	7.33
Fs+B15(1:10)*	21	21	21	21	21	21	21
Fs+Tecto0.1%	19	19	19	19	19	19	19
Testigo	0	0	0	0	0	0	0

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	2127.619141	354.603180	277.8617	0.000
ERROR	35	44.666504	1.276186		
TOTAL	41	2172.285645			

C.V. = 11.80 %

Cuadro 11. Análisis de varianza de la comparación de raíces necrozadas (X_{EP}) en la planta de chile con *Phytophthora capsici* a 8 días después de la inoculación, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Duración del Experimento en Días						x
	3	4	5	6	7	8	
<i>Phytophthora</i>	6	7	7	9	9	9	7.83
Phy + B15	8	8	9	12	12	12	10.16
Phy+B15(1:10)*	9	9	9	10	10	10	9.5
Phy+B15(1:10)*	4	5	6	7	7	7	6
Phy+B15(1:10)*	6	6	7	8	8	8	7.16
Phy+Tecto0.1%	9	9	9	11	11	11	10
Testigo	0	0	0	0	0	0	0

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	453.619141	75.603188	52.9222	0.000
ERROR	35	50.000000	1.428571		
TOTAL	41	503.619141			

C.V. = 16.51 %

Cuadro 12. Análisis de varianza de la longitud (X_{ERLR}) de la raíz de la planta de chile a 8 días después de la inoculación con *Rhizoctonia solani*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Número de plantas (Longitud de raíz en cm).																					x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Rhizoctonia</i>	12	8	1.5	8	8	10	9	5	4	12	8	10	7	9	5	10	2	9	3	7	1	7.07
Rh + B15	9	9	9	5	5	6	6	12	9	1	3	10	8	1	10	1	9	3	4	5	10	6.43
Rh+B15(1:10)*	2	4	3	5	4	3	4	8	8	9	6	3	4	9	3	3	7	7	4	3	7	5.05
Rh+B15(1:10)*	10	5	8	9	2	9	10	9	2	9	4	10	9	7	3	2	5	2	3	4	7	6.14
Rh+B15(1:10)*	11	4	11	3	10	2	8	8	8	10	8	11	2	7	9	7	5	1.5	5	1.5	3	6.43
Rh+Tecto0.1%	3	4	2	2	1.5	6	2	3	5	2.5	2	2.5	1	2.5	3	3	2	2	3	4	2	2.76
Testigo	11	3	3	11	8	3	13	11	9	10	6	3	11	8	5	10	8	10	7	9	9	8

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	355.445313	59.240887	7.0151	0.000
ERROR	140	1182.262207	8.444730		
TOTAL	146	1537.707520			

C.V. = 48.57 %

Cuadro 13. Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{ERNRS}) en planta de chile, a 8 días después de la inoculación con *Rhizoctonia solani*, bajo condiciones de invernadero.

	Número de Raíces Secundarias/Planta.																					
Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	x
<i>Rhizoctonia</i>	4	2	11	7	5	5	10	8	8	3	3	5	5	7	7	5	8	5	2	9	2	5.76
Rh + B15	9	5	4	5	7	7	4	7	7	7	6	6	6	7	2	3	8	7	5	6	6	5.90
Rh+B15(1:10)*	9	10	8	4	8	6	4	8	4	3	7	6	5	6	6	9	4	4	6	6	3	6
Rh+B15(1:10)*	6	5	1	6	6	9	3	8	10	5	9	8	6	4	8	6	6	5	3	4	9	6.05
Rh+B15(1:10)*	12	6	5	8	7	11	7	14	13	4	5	4	6	4	6	8	5	6	9	4	8	7.24
Rh+Tecto0.1%	10	9	5	6	7	6	4	5	5	4	9	6	7	4	7	4	3	2	0	4	3	5.24
Testigo	4	3	6	4	2	7	3	3	4	3	4	6	4	4	7	9	7	2	2	2	8	4.48

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	89.237793	14.872966	2.6578	0.018
ERROR	140	783.428711	5.595919		
TOTAL	146	872.666504			

C.V. = 40.72 %

Cuadro 14. Análisis de varianza de la longitud de la raíz (X_{EFLR}) de la planta de chile a 8 días después de la inoculación con *Fusarium solani*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Número de Plantas (Longitud de raíz en cm).																					x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Fusarium</i>	9	10	5	8	4.5	10	5	9	8	8	7	9	10	9	6	2	5	6	5.5	5	5	6.95
Fs + B15	0.5	8	1	4	6	4	3.5	9	9	7	0.5	4	5	6	5	6	5	5	6	1.5	7	4.90
Fs+B15(1:10)*	3	6	6	8	10	10	10	7	8	9	9	8	9	8	7	7	8	4	7	12	8	7.81
Fs+B15(1:10)*	4	7	5	10	3	6	4	9	8	5	3	8.5	7	8	3.5	4	6	6	5	8	10	6.16
Fs+B15(1:10)*	1	1.5	1.5	0	1.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	2	1.5	1.24
Fs+Tecto0.1%	2	1.5	0.5	1	1.5	1	5	1	3	2	7	2	1.5	2	7	2	2	2	3	6	2	2.62
Testigo	11	3	3	11	8	3	13	11	9	10	6	3	11	8	5	10	8	10	7	9	9	8

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	858.897949	143.149658	29.4937	0.000
ERROR	140	679.500000	4.853571		
TOTAL	146	1538.397949			

C.V. = 40.89 %

Cuadro 15. Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{EFNRS}) en la planta de chile, a 8 días después de la inoculación con *Fusarium solani*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Número de Raíces Secundarias/Planta.																					x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Fusarium</i>	6	6	10	5	5	6	11	8	4	5	5	6	4	4	10	3	7	6	11	5	7	6.38
Fs + B15	3	5	5	0	1	0	2	2	7	2	5	1	1	1	3	4	3	2	4	5	2.71	
Fs+B15(1:10)*	6	7	12	3	6	3	6	4	7	7	3	7	7	5	10	5	4	6	2	4	5	5.66
Fs+B15(1:10)*	5	4	13	4	5	10	2	5	6	3	5	6	6	6	8	5	13	5	11	7	9	6.57
Fs+B15(1:10)*	2	3	2	0	2	7	4	4	4	2	6	6	6	2	7	4	6	5	6	3	6	4.14
Fs+Tecto0.1%	4	5	5	6	7	5	7	4	4	5	5	9	6	11	6	7	9	8	10	10	9	6.76
Testigo	4	3	6	4	2	7	3	3	4	3	4	6	4	4	7	9	7	2	2	2	8	4.48

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	288.516602	48.086102	8.9681	0.000
ERROR	140	750.666992	5.361907		
TOTAL	146	1039.183594			

C.V. = 44.15 %

Cuadro 16. Análisis de varianza de la longitud de la raíz (X_{EPLR}) de la planta de chile a 8 días después de la inoculación con *Phytophthora capsici*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Número de Plantas (Longitud de Raíz en cm).																					x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Phytophthora</i>	3	4	10	9	7	3	7	3	10	9	9	8	7	8	8	1.5	9	8	8.5	4	8	6.86
Phy + B15	3	3	1.5	6	6	1	8	6	5	3	7	7	5	7	4	3	8	1	8	6	5	4.93
Phy+B15(1:10)*	7	9	4	7	8	6	5	8.5	8	8	7	6	1	5	5	7	1	3	9	8	8	6.21
Phy+B15(1:10)*	7	8	9	9	8	6	9	9	6	9	7	9	7	8	8	2	7	9	9	8	8	7.71
Phy+B15(1:10)*	6	8	1.5	7	8	4	9	10	9	3	9	3	5	7	8	6	8	6	9	2	8	6.50
Phy+Tecto0.1%	9	10	4	9	1	9	7	8	10	10	8	1	8.5	6	6	10	5	1.5	3	3	8.5	6.55
Testigo	11	3	3	11	8	3	13	11	9	10	6	3	11	8	5	10	8	10	7	9	9	8

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	129.734863	21.622477	3.2682	0.005
ERROR	140	926.237793	6.615984		
TOTAL	146	1055.972656			

C.V. = 38.50 %

Cuadro 17. Análisis de varianza del número de raíces secundarias (X_{EPNRS}) en la planta de chile, a 8 días después de la inoculación con *Phytophthora capsici*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Número de Raíces Secundarias/Planta.																					x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Phytophthora</i>	5	7	3	2	3	5	6	5	9	6	9	6	4	3	6	5	0	5	5	6	5	5.00
Phy + B15	5	1	5	4	2	2	1	4	5	3	3	4	3	5	4	3	3	6	2	2	4	3.38
Phy+B15(1:10)*	3	2	3	3	2	0	3	2	3	1	3	0	3	4	6	6	3	3	8	4	4	3.14
Phy+B15(1:10)*	7	4	7	1	6	9	8	5	6	4	2	5	4	1	2	8	7	6	4	4	7	5.09
Phy+B15(1:10)*	9	3	4	4	4	6	9	9	8	9	4	4	3	6	8	6	4	8	4	5	5	5.81
Phy+Tecto0.1%	6	6	7	6	6	7	3	8	11	10	7	9	9	9	3	3	5	8	4	7	5	6.62
Testigo	4	3	6	4	2	7	3	3	4	3	4	6	4	4	7	9	7	2	2	2	8	4.48

*Diluciones.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	195.700684	32.616779	7.6519	0.000
ERROR	140	596.761963	4.262586		
TOTAL	146	792.462646			

C.V. = 43.11 %

