

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



Rhizoctonia solani y *Fusarium solani* Y SU RELACION CON EL
DESARROLLO RADICAL DEL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO
(*Capsicum annum*, L.)

Por:

ROGER MORENO VAZQUEZ

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener
el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitologo

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2003

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

Rhizoctonia solani y *Fusarium solani* Y SU RELACION CON EL
DESARROLLO RADICAL DEL CULTIVO DE CHILE JALAPEÑO
(*Capsicum annuum*, L.)

Presentada por:

ROGER MORENO VAZQUEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Aprobada
Presidente del jurado

Dr. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor

Asesor

Dr. Alberto Flores Olivas

M.C. Elizabeth Galindo Cepeda

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Leopoldo Arce González

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

DEDICATORIA

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir, por darme la paciencia y sabiduría para lograr terminar una de mis principales metas de mi vida, pero sobre todo por estar conmigo en todo momento.

A MIS PADRES:

Sra. M. Elia Vázquez Grajalez

Y

Sr. Fernando Moreno Sol

Por darme la vida, por la confianza que depositaron al darme la oportunidad de estudiar, por inculcarme el respeto hacia las personas, por darme sus sabios consejos, pero sobretodo por darme su amor que es lo más valioso que puedo recibir de ustedes.

A MI ESPOSA:

KARLA ALEJANDRA MURILLO GARCIA

Por darme tu Amor, paciencia y comprensión, por estar conmigo en los momentos más difíciles, por haberme dado una hija que es lo mas valioso que tengo en la vida, por eso y mas, **TE AMO.**

A MI HIJA:

CECILIA ALEJANDRA MURILLO GARCIA.

Por darme tantos momentos de alegría, pero sobre todo por hacerme comprender lo que un padre siente por sus hijos, **TE AMO.**

A MIS HERMANOS:

LUIS FERNANDO, KARINA, ELBA, ROSY, ROMEL Y LUCIA.

Por ser los mejores hermanos, por el apoyo incondicional que he recibido de ustedes en todo momento.

LUIS FERNANDO:

Por apoyarme siempre en todo momento y darme tus consejos que siempre los llevo en la mente. Gracias por todo.

A MIS ABUELOS:

Sr. Zaragoza Moreno Córdoba

Sr. Gregorio Vázquez de Cos (+)

Y

Y

Sra. Patrocinia Sol Reynoso

Sra. Esperanza Grajales Giron

Por darme sus sabios consejos, por quererme, pero sobre todo por ser los mejores abuelos.

A MIS SOBRINOS:

**FERNANDO, MARIA FERNANDA, Fco. ELISEO, WILLIAMS,
SOFIA Y ESTEFANIA.**

Por darle tantas alegrías a la familia, pero también por ser la nueva generación de la cual estoy seguro serán unos triunfadores, espero ser un buen ejemplo para ustedes.

A MI SUEGRA:

Sra. AURELIA MURILLO GARCIA

Por tener una hija maravillosa.

A MIS TIOS (AS):

Por darme todos sus consejos, Por apoyarme siempre, en especial a mi tía Gloria, a mi tío Adelin y a mi tío Rubin.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por aceptarme en su seno y darme todas las facilidades para concluir mi carrera, por eso y más Gracias.

A el DR. Abiel Sánchez Arizpe, por darme su confianza y tener la paciencia para la realización de este trabajo, por darme todos esos consejos que estoy seguro serán de gran utilidad en mi vida laboral, pero sobre todo por la amistad que nos tenemos, Gracias.

A la M.C. Elizabeth Galindo Cepeda, por brindarme su amistad y apoyarme para realización de este trabajo de investigación, Gracias.

A el Dr. Alberto Flores Olivas, por apoyarme para la realización de este trabajo, pero sobretodo por darme sus mejores consejos que estoy seguro me serán de gran utilidad.

A el M.C. Víctor M. Sánchez Valdés, por todo el apoyo que brindo durante mi estancia en la universidad, pero sobre todo por ser un gran amigo, Gracias.

A todos los maestros de mi departamento, gracias por darme su amistad y por brindar sus conocimientos y experiencias para que no defraudemos nuestra Alma Mater, Gracias por todo.

A mis amigos, Marvin Moreno, Abel Zavala, Abraham Montes de Oca, Rigoberto Jiménez, Eduardo Chaires, por compartir con migo momentos buenos y malos y siempre darme su apoyo, GRACIAS.

A mis amigas, Ana Laura Gongora, Laura Cortés, Elena Quiroz, Erika, por darme su amistad, pero sobretodo por pasar con ustedes momentos inolvidables, GRACIAS.

A las Familias Garza Alonso y Cárdenas Valdez

Por darme su confianza, por hacerme sentir como en mi casa durante mi estancia en Saltillo, pero sobretodo por darme su amistad, GRACIAS.

INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Importancia del cultivo del chile (Capsicum annum, L.) en México y EUA..	5
Descripción botánica y Clasificación del chile (Capsicum annum, L.).....	7
ENFERMEDADES.....	8
Pudrición de semillas y/o “damping off”.....	8
Pudrición de raíz y tallos.....	9
Ubicación taxonómica.....	10
Ciclo biológico.....	10
Características morfológicas.....	11
Sintomatología.....	11
Distribución.....	12
Otros hospederos.....	12
Marchitez.....	12
Ubicación taxonómica.....	13
Ciclo biológico.....	13
Características morfológicas.....	14
Sintomatología.....	14
Distribución.....	14

Otros hospederos.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	16
Obtención de los patógenos.....	16
Preservación de la patogenicidad.....	16
Selección de la concentración de inóculo.....	17
Esterilización del sustrato.....	17
Preparación del inóculo.....	17
Cantidad de inóculo.....	18
Tratamiento a plantas.....	18
Inoculación.....	18
Variables consideradas.....	19
Análisis estadístico.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	21
Caracterización de la patogenicidad.....	21
Evaluación de las interacciones en cada una de las variables estudiadas.....	23
Efecto del grado de pudrición de la raíz.....	23
Efecto del peso fresco de la raíz.....	24
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	26
APENDICE.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pagina
1.	Escala para el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) Modificado por Higuera, 2000.....	29
2.	Cepas de los hongos patógenos provenientes de la raíz del cultivo del chile (Capsicum annum, L.).....	21
3.	Escala para el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) Modificado por Higuera, 2000.....	23
4.	Resultado de la diferenciación de Media por el Método de Tukey para la variable “Peso fresco de la raíz” (gramos) en plantas de chile (Capsicum annum, L.).....	24
5.	Peso de la raíz por cada uno de los tratamientos.....	30
6.	Análisis de Varianza para el peso fresco de la raíz.....	31
7.	Composición de Medias para el peso fresco de la raíz.....	31
8.	Grado de pudrición de la raíz.....	31
9.	Análisis de Varianza de los datos del grado de pudrición de la raíz.....	31
10.	Comparación de Medias del grado de pudrición de la raíz.....	31

INTRODUCCION

El cultivo del chile (*Capsicum annum*, L) es originario de Mesoamérica y ha sido durante muchos años el componente fundamental de la dieta de los mexicanos, que junto al maíz, frijol, tomate y cebolla, son actualmente la base de diversos platillos nacionales; además de ser una de las actividades hortícolas mas importantes en México por las 87, 679 hectáreas sembradas (SAGAR, 1996).

En el país se observan diferentes tipos que tienen forma, tamaño, color y sabores muy diversos. Los más importantes, por el área que se siembra y su volumen de producción, son los jalapeños, serrano, anchos o poblanos, mirasol, pasillas, costeños habaneros, coras, de árbol, pimiento, y otros que se cosechan en menor escala.

Dada la gran diversidad de tipos de chile cultivados y silvestres que existen en México, la importancia económica de este cultivo es evidente por su amplia distribución y consumo. Se cultiva desde el nivel del mar, en las costas del Golfo y en el pacífico, hasta los 2,500 msnm en la Mesa Central, cubriendo diferentes características ecológicas.

México es uno de los principales abastecedores de chile a los mercados de Estados Unidos y Canadá, durante todo el año, pero principalmente en los meses de noviembre a mayo, que es cuando la producción de estos países es limitada.

Del total de la producción de chiles en el país, la mayoría es para consumo interno y menos del 10% se exporta, principalmente los de tipo dulces, (SARH-INIA, 1983).

Uno de los principales problemas que afronta el cultivo de Chile, son los daños ocasionados por las enfermedades, que pueden ser vírales, fungosas, bacterianas u ocasionadas por cualquier otro agente externo. Pero entre estas destacan las de tipo fungoso ocasionando daños directos a las plantas y a su producción, afectan significativamente la calidad de los frutos y semillas. Estas enfermedades interfieren en el desarrollo del cultivo desde el momento en que la semilla es depositada en el suelo, hasta el momento en que la planta ha producido ya sus frutos.

Entre las principales enfermedades del tipo fungoso se puede citar a aquellas que atacan a las plantulas recién emergidas, las raíces y el sistema vascular de plantas adultas ya que ocasionan la pérdida total de la planta, sin poder obtener de ella sus frutos. En el caso de plantas adultas que son atacadas por plantas adultas en su raíz o sistema vascular estas mueren; si la planta ha producido frutos estos generalmente permanecen adheridos a ella, pero las semillas de estos frutos también son afectadas y al abrir los frutos se observa el desarrollo del micelio color blanco que cubre las semillas (Mendoza, 1996).

Algunas semillas que logran conservar su viabilidad a pesar de haberse producido de frutos enfermos por hongos, son nuevamente utilizados por los agricultores en el próximo ciclo y es probable que este inoculo produzca nuevas infecciones en plantulas y durante el desarrollo del cultivo. Según Agrios (1988) *Fusarium spp.* tiene la capacidad para llegar a los frutos de las plantas infectadas y penetrar a sus semillas, menciona que esta situación esta sujeta a determinadas condiciones de clima que a la vez resultan benéficos a las plantas y logran producir buenas cosechas a pesar de estar infectadas por el hongo. Sin embargo, se menciona que las semillas infectadas suelen ser tan ligeras que se eliminan durante los

métodos de extracción y limpieza de las mismas. A pesar de esta consideración no se puede negar que existe la posibilidad de que semillas infectadas por *Fusarium sp.* sean utilizadas para la siembra, ya que los métodos utilizados actualmente en México para la limpieza de la semilla de chile no está debidamente regulados por Sanidad Vegetal debido a la gran diversidad de materiales nativos existentes en el país.

Lara (2000), encontró hongos de diferentes especies en la semilla de chile (*Capsicum annuum*, L) que recolecto en diferentes estados de la república mexicana y de la cual se aislaron a *Fusarium solani* (Mart) Sacc. 1881, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. 1886, *Fusarium oxysporum* (Schlecht) 1824, *Rhizoctonia solani* (Kunh) y *Alternaria alternata*.

El mismo autor menciona que no existe relación entre la presencia de hongos y la viabilidad de la semilla, sin embargo, indica que son capaces de producir enfermedad a nivel de plantula. Esto sugiere que si un agricultor selecciona semilla de chile infectada por *Fusarium spp*, *Rhizoctonia solani* o *Alternaria alternata* existe la probabilidad de que la semilla germine y llegue a producir una plantula o planta adulta que desarrolle la enfermedad, la patogenicidad de estos hongos son un factor importante en la producción. El desconocimiento del comportamiento en campo e invernadero ha contribuido a que se tenga grandes perdidas al no contar con un sistema de manejo.

OBJETIVOS

Caracterizar la patogenicidad de las especies de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* en el cultivo del chile jalapeño.

Evaluar la interacción de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* sobre el desarrollo en el cultivo del chile jalapeño.

REVISION DE LITERATURA

Importancia del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en México y E.U.A.

El chile (*Capsicum annuum* L.) ingrediente fundamental de la dieta del pueblo mexicano, es originario de Mesoamerica y considerado por algunos como el primer cultivo domestico en el Continente Americano. La fusión de la cultura indígena y la europea, contribuyo ampliamente en la diversificación de platillos preparados con esta hortaliza. Actualmente, es la base o condimento de diversas recetas de la cocina Mexicana y de algunas extranjeras; como la de Estados Unidos, donde apartir del inicio de esta década, el consumo de salsas picantes superó al de la tradicional salsa de tomate o “catsup” americana.

A nivel nacional, el área promedio sembrada con chile jalapeño es de 43, 868 hectáreas (Pozo, 1997). De los principales estados productores de chile jalapeño el que más destaca por su superficie sembrada es Chihuahua con 12,500 hectáreas, a la vez se incorporaron a la producción, estados como Baja California Sur, Colima, Coahuila, Nayarit. En los estados de Veracruz, Quintana Roo, Oaxaca, Campeche y Chiapas, el cultivo se desarrolla casi exclusivamente bajo condiciones de estricto temporal o humedad residual, lo cual ocasiona fluctuaciones muy marcadas en la superficies sembradas con esta hortaliza.

El chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.), llamado así, porque la ciudad de Xalapa, Ver., era el principal centro de comercialización de este cultivo; tiene su principal centro de origen en los estados de Veracruz y Oaxaca donde inicio su dispersión debido a su gran diversidad genética. Distintos problemas como las enfermedades vírales y fungosas, cambios

climáticos y competencia en el mercado nacional e internacional, desestimulo la siembra de esta hortaliza en algunas regiones del Golfo de México.

Del grupo de los chiles frescos, el jalapeño es uno de los mas populares, aunque su precio presenta fuertes variaciones a través del año, tanto en México como en Norteamérica. En cuatro de las principales ciudades de la República Mexicana se muestra el comportamiento de su precio para 1996. En la ciudad de Mérida, se registraron los mayores precios, en la ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, los precios presentaron un comportamiento mas estable, en términos generales muy similares.

En estas ultimas tres ciudades, los precios más bajos se resintieron en los meses de enero, febrero, agosto y septiembre, debido a la gran producción que aporta el estado de Chihuahua, mientras los precios mas altos se presentaron en los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre, a \$3.00 por kilogramo. En Norteamérica en el año de 1994, los mercados de los Angeles, Nueva York y Toronto, los precios presentan grandes fluctuaciones , principalmente en este ultimo. En el primer mercado, los mayores precios ocurren en los meses de julio, noviembre y diciembre, con precios arriba de 14 dólares por caja de 10 libras (4.5 kilogramos, aproximadamente), el resto de los meses son precios muy similares.

En la ciudad de Nueva York, los menores precios se presentaron de febrero a mayo y de julio a agosto, en los demás meses se presentaron precios arriba de los 11 dólares por caja de 10 libras, alcanzando su precio máximo en diciembre con 18 dólares por caja. En la ciudad de Toronto, se observo un comportamiento similar al de Los Angeles y Nueva York, con la

diferencia de que los precios son mucho mayores por caja, debido a los costos acumulados de transporte, maniobra y aranceles.

La importancia socioeconómica de este cultivo es innegable, además de los beneficios directos que reporta a los productores, constituye una gran fuente de empleo para miles de personas, ya que se utilizan un promedio de 200 jornales por cada hectárea cosechada, sin contar los necesarios durante su comercialización e industrialización.

Descripción botánica y clasificación del chile (*Capsicum annum*, L.)

Todas las formas de pimiento, chile o ají utilizadas por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico del género deriva del griego: según unos autores de *kapsō* (picar), según otros de *kapsakes* (cápsula). Este género se incluye en la extensa familia de las Solanaceas (Nuez et al., 1996).

Clasificación (Pérez et al., 1997):

División.....Angiospermae
Clase.....Dicotyledonae
Subclase.....Metachlmydeae
Orden.....Tubiflorae
Familia.....Solanaceae
Género.....*Capsicum*
Especie.....*annuum*

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual, incluso hay algunas variedades que se siembran como cultivos bianuales o trianuales (Pérez et al., 1997).

Enfermedades

El cultivo del chile es atacado por diferentes organismos fitopatógenos los cuales reducen considerablemente la producción y la calidad del fruto. Entre los más importantes agentes causantes de enfermedades al cultivo sobresalen los hongos por su impacto económico al cultivo.

Pudrición de semillas y damping-off

Black et al.,(1993) menciona que esta enfermedad la ocasiona un complejo de hongos, entre los que destacan: *Pythium spp*; *Rhizoctonia solani* ; *Fusarium spp*; y *Phytophthoran spp.*, frecuentemente se encuentran dañando en siembras directas. Pueden atacar antes o después de la emergencia.

Según Sandoval, (1993) las pudriciones que ocurren en el almácigo agrupa a los géneros *Pythium* y *Rhizoctonia* por ser los agentes causales, junto con otros patógenos que también se relacionan con *Fusarium spp.* y *Phytophthora spp.* los cuales en etapa de plantula producen síntomas muy similares antes de la nacencia, cuando el daño ocurre en la semilla en proceso de germinación, notándose por la emisión de un tallito de color café oscuro que muere rápidamente sin emerger del suelo. Las plantulas afectadas después de la emergencia se

caracterizan por un marchitamiento repentino, se doblan y mueren debido a un estrangulamiento bien marcado del tallo al nivel del suelo.

Nuez et al., (1996), menciona que *Pythium* es causante de los daños en la producción de plantulas en los semilleros de pimiento. El damping-off también puede ser causados por *Rhizoctonia spp.*, *Alternaria spp.*, *Botritis cinerea*, *Colletotricum spp.*, *Phytophthora capsici*, *Sclerotium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Stemphylium solani*, asfixia radical (ocasionando generalmente a *Fusarium spp.*), salinidad y por bacteria, cuando estas son transmitidas por las semillas. Los síntomas que ocasiona estos patógenos, consisten en fallos de emergencia, colapso de plantulas o detención de su crecimiento, lo que suele ocurrir en manchas dentro del semillero, o campo de cultivo cuando se practica la siembra directa. En el caso específico de *Rhizoctonia* y *Pythium* se suelen observar daños, manchas de color marrón, en el cuello de las plantulas tiernas, justo a nivel del suelo en el hipocotilo. Estos daños impiden el flujo de savia a la parte aérea, provocando la muerte de la plantula. Cuando los ataques se producen antes de la emergencia, matan los ápices de la plantula, que mueren rápidamente. Si las plantas son viejas también pueden ser atacadas, pero la invasión de los hongos permanece limitada a los tejidos corticales. Cuando plantas parcialmente infectadas se utilizan para el trasplante, debido al estrés sufrido en esa operación, los síntomas se ponen en evidencia en la parcela de cultivo.

Pudrición de raíz y tallo (*Rhizoctonia solani*)

El genero *Rhizoctonia* fue establecido por De Candolle, en 1815. En 1853 Kuhn describió la especie *Rhizoctonia solani*. Este hongo esta distribuido en todo el mundo; don la humedad y temperatura son adecuadas, ataca una gran variedad de plantas silvestres y

cultivadas. Este hongo puede causar damping-off, pudriciones o cáncer en el tallo, tizones o manchas foliares y pudriciones durante el almacenamiento de los frutos (Mc Colloch, 1972; León, 1978).

Ubicación taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) clasifican a *Rhizoctonia solani* Kuhn de la siguiente manera:

Super-reino.....Eukaryonta
Reino.....Myceteae
División.....Amastigomycota
Subdivisión.....Deuteromycotina
Clase.....Deuteromycetes
Subclase.....Hyphomycetidae
Orden.....Agonomycetales
Genero.....*Rhizoctonia*
Especie.....*solani*

Ciclo biológico

El hongo produce estructuras de resistencia llamados esclerocios negros. Cuando el medio ambiente es húmedo y cálido en la primavera, los esclerocios germinan produciendo micelio, este crece en el cuello, en los tallos y brotes del cultivo. La penetración consiste en el

crecimiento de cordones de micelio a lo largo de la superficie del brote, las hifas crecen intercelularmente o extracelular.

Características morfológicas

Hooker (1990) citado por Alonso (1992) señala que las características más típicas de *Rhizoctonia solani* son sus ramificaciones en un ángulo recto (90 °C), con ligeras constricciones en el punto de origen de la ramificación, formando una septa en la rama cerca de su origen. El micelio es casi siempre de color café o castaño oscuro. Las hifas son algo gruesas, y cuando están jóvenes tienen sus células multinucleadas y se ramifican cerca de la septa distal de la célula.

Sintomatología

El hongo ataca las plantas antes o poco después de que han emergido del suelo. Las lesiones son hundidas, de tamaño variable, con coloración café canela o café rojizo. Las áreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando el tejido dañado es considerable. A nivel del suelo la infección se manifiesta como pequeñas lesiones café rojizas. Si las condiciones son favorables, las lesiones se extienden y adquieren un aspecto hundido, llegando a cubrir todo el tallo y destruir las raíces, debido a lo cual la planta presenta un color amarillento que constituye el síntoma de la enfermedad (Agrios, 1988).

El patógeno inverna por lo regular en forma de micelio o de esclerocio en el suelo, en plantas perennes infectadas o en órganos de propagación. El hongo se propaga con la lluvia, el

riego, así como los órganos de propagación infectados o contaminados. La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18 ° C, la enfermedad se considera más grave en los 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 (Agrios, 1988).

Distribución

Estas enfermedades ocurren en todo el mundo y causan pérdidas en la mayoría de las plantas anuales y en plantas perennes. La enfermedad es más severa en suelos que son moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados. Las plantas de crecimiento rápido tienen la posibilidad de escapar a la infección por *Rhizoctonia*, aun cuando la humedad y la temperatura sean favorables para el hongo (Agrios, 1988).

Otros hospederos

Ataca a pastos para césped, plantas de ornato perennes, arbustos y árboles, lechuga, col, papa, pepino, tomate, frijol, y berenjena, etc. (Agrios, 1988).

Marchitez (*Fusarium solani*)

Las pudriciones de la raíz y del tallo por *Fusarium* aumentan bastante su severidad, cuando las plantas que están expuestas al patógeno sufren agobio fisiológico (estrés) por las bajas temperaturas, sequía intermitente o excesiva cantidad de agua en el suelo, herbicidas,

compactación de la superficie del suelo debido a las ruedas del tractor que limitan el crecimiento de las raíces de las plantulas. (Agris, 1988).

Ubicación taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) menciona que el hongo del marchitamiento esta clasificado de la siguiente manera:

Super-reino.....Eukaryonta
Reino.....Myceteae
División.....Amastigomycota
Subdivisión.....Deuteromycotina
Clase.....Deuteromycetes
Orden.....Moniliales
Familia.....Tuberculariaceae
Genero.....*Fusarium*
Especie.....*solani*

Ciclo biológico

El hongo, *Fusarium solani*, en general produce solo esporas asexuales, aunque bajo ciertas condiciones se produce una fase peritecial identificada como *Nectria haematococca*.

Características morfológicas

Las esporas asexuales se forman en esporodocios e incluyen microconidios formados por una o dos células, así como los macroconidios típicos de *Fusarium*, que consiste de 3 a 9 células (a menudo 4 o 5), levemente encorvados y con extremos más o menos puntiagudos. *Fusarium*, también produce clamidiosporas de pared gruesa y formadas por una o dos células que soportan la sequía y las bajas temperaturas. El hongo vive en los tejidos vegetales muertos e inerva en forma de micelio o esporas en las semillas o en los tejidos muertos o infectados. Las esporas son fácilmente diseminadas por el viento, el equipo agrícola, el agua, por contacto, etc., de ahí que el hongo se encuentre ya en forma de micelio o esporas en muchos suelos. (Agrios, 1988).

Sintomatología

La enfermedad representa un serio problema en las principales áreas productoras de esta hortaliza en el mundo, siendo más destructiva en regiones con clima cálido. Puede causar pérdidas muy severas principalmente cuando se siembran cultivares susceptibles bajo condiciones favorables para el patógeno. Produce marchitamientos principalmente en flores y hortalizas anuales, plantas de cultivo, etc. (Agrios, 1988).

Distribución

Sánchez en 1983 Citado por Flores (1995) indica que en México fue identificado a *F. oxysporum* y *F. solani* afectando al cultivo del chile y caracterizado como un problema

principal en la zonas productoras del país, sobre todo en Durango y Zacatecas. Estos patógenos ocasionan de un 50 a 60 % de perdidas. Los mismos autores lo reportan en el Bajío, Valle del Fuerte, Norte de México, Nayarit y Valle de Actopan, Hgo.

Otros hospederos

Esta enfermedad ataca a otros cultivos tales como la cebolla, el iris, el lirio y la gladiola, frijol, cacahuate, soya, espárragos y los pastos para césped. (Agrios, 1988).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevo acabo en los ciclos Marzo del 2002 a enero del 2003, en el invernadero y laboratorios de Parasitologia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Obtención de los patógenos

Las cepas patogénicas fueron proporcionadas por el Dr. Luis Pérez Romero, profesor investigador del Instituto de Ciencias Agricolas de la Universidad de Guanajuato en Irapuato, Gto.

Preservación de la patogenicidad

Las cepas proporcionadas en tubos de ensayo, se transfirieron en cajas petri con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), posteriormente se incubaron durante 72 horas a 25 ° C y cuando transcurrió este tiempo se mantuvieron a temperatura ambiente bajo luz blanca por una semana. Cuando se verifico la esporulacion de la cepa *Fusarium solani*, además de la producción de suficiente micelio de las cepas de *Rhizoctonia solani*, para luego preparar la suspensión.

Selección de la concentración de inóculo

Para realizar este estudio se utilizaron plantas de chile del tipo jalapeño, que se encontraban en etapa fenológica de trasplante (plantula); bolsas de plástico de 4 kilos de capacidad. Los tratamientos consistieron en cada una de las dos especies fungosas con un nivel de inóculo. Con un testigo que no se le realizaron ningún tipo de heridas el cual llamamos testigo absoluto. Se establecieron un total de 4 tratamientos en un diseño completamente al azar, con 4 repeticiones para cada tratamiento. La unidad experimental consistió de una planta de chile sembrada en una bolsa de 4 kilos.

El sustrato utilizado para este trabajo fue el comercial “peat-moss” en una presentación de 20 kilos, este sustrato estéril se utilizo para el llenado de charolas y para rellenar las bolsas al momento del trasplante.

Preparación del inóculo

Para preparar la suspensión de inóculo; a la colonia de cada aislamiento desarrollada en caja de petri, se selecciono a las mejores dos cajas de *Fusarium* y *Rhizoctonia* (las que tenían mayor crecimiento), después con la ayuda de un vaso de licuadora (previamente esterilizado), el cual contenía 600 mililitros de agua destilada estéril, se vació todo el crecimiento de la colonia con todo y medio de cultivo, este procedimiento se llevo acabo para cada una de las cepas; para la mezcla de las dos cepas se utilizaron la mitad del crecimiento de cada colonia.

Tratamiento a plantas

Seis días antes de la inoculación, se dejó de regar las plantas, con el fin de ocasionar un estrés hídrico que condicionara favorablemente el proceso de infección. El estrés hídrico, se aplicó por igual a las plantas destinadas a cada uno de los tratamientos fungosos, como a las que se utilizaron como testigos. Durante el periodo que estuvieron las plantulas en las charolas estas se fertilizaron con una solución nutritiva, también se les aplicó el insecticida Confidor (Imidacloprid) para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y para controlar minador (*Liriomyza sp.*), se le aplicó Trigard (Cyromazina) este control se realizó con el fin de que las plantulas y plantas no sufrieran ningún otro tipo de daño.

Inoculación

La inoculación de las especies de *Fusarium* y *Rhizoctonia* se hizo realizando heridas en las raíces laterales, con una navaja de campo, cuya hoja fue esterilizada después de cada corte en alcohol al 96 %, posteriormente, se aplicaron 50 ml de la suspensión de inóculo a cada planta, en la zona donde se practicó la herida, que se encuentra 3 cm por debajo del cuello de la planta. Posteriormente se cubrió con “peat-moss” el lugar de la herida.

Variables consideradas

Para evaluar este experimento se usaron las siguientes variables:

- ◆ Grado de pudrición de la raíz (ver cuadro 1)
- ◆ Peso fresco de la raíz

Cuadro 1. Escala para el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) modificado por Higuera, 2000.

Tipo	Descripción de síntomas
0	Raíz sana
1	Raíz con un sistema vascular donde se ven pocas zonas de color oscuro y hasta el 10 % de lesiones en la parte exterior.
2	Raíz con un sistema vascular donde se ven muchos tramos de color oscuro y del 10 al 25 % de lesiones en la parte exterior.
3	Raíz con un sistema vascular donde se ven muchos tramos de color oscuro y del 25 al 50 % de lesiones en la parte exterior.
4	Raíz con el sistema vascular completamente oscuro y del 50 al 75 % de lesiones en la parte exterior.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las diferentes variables de estudio se sometieron al análisis de varianza con el paquete de la U. A. N. L., la prueba de medias utilizada fue la de Tukey, considerando una significancia estadística de 5 %. Esto con el fin de poder distinguir la concentración de inóculo de cada hongo, que presentara la mayor patogenicidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las cepas que fueron preservadas, reactivadas y multiplicadas para la realización de esta investigación se muestran en el cuadro 2. El medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) funcionó adecuadamente para incrementar el inóculo; debido a que se generó gran cantidad de microconidios y macroconidios para la especie de *Fusarium*, abundante micelio por *Rhizoctonia*.

Cuadro 2. Cepas de los hongos patógenos provenientes de la raíz del cultivo del chile.

Número	Origen	Genero y especie
1	Guanajuato	<i>Fusarium solani</i>
2	Guanajuato	<i>Rhizoctonia solani</i>

Caracterización de la patogenicidad

Fusarium solani (Mart) Sacc 1881

Las plantulas de chile que fueron inoculadas con este hongo al momento del trasplante, presentaron: pudriciones en la raíz, lográndose apreciar manchas café-rojizas que en algunas se extendían hasta la porción del tallo que se encuentra por debajo del suelo, además de fisuras longitudinales donde el color de la lesión se veía de un color mas oscuro y una perdida considerable en el numero de raíces laterales, esto coincidió con lo descrito por Agrios (1998) al descubrir las pudriciones causadas por *F. solani*. En la parte del follaje, las plantas mostraron amarillamiento.

Durante el desarrollo de las plantas infectadas por *F. solani* que no murieron presentaron síntomas como: amarillamiento en la parte basal, aclaramiento de nervaduras y

epinastia en un 30 % de las hojas, como lo describieron Black et al. (1993) en plantas de Chile que sobrevivieron a la infección en campo. En la raíz de plantas infectadas se observaron los haces vasculares de color pardo, y en la parte exterior de las raíces; lesiones alargadas de color rojizo que cubrían un 10 % de la superficie total de la raíz principal.

***Rhizoctonia solani* (Kunh)**

Las plantas que fueron inoculadas por *Rhizoctonia solani*, las raíces presentaron lesiones hundidas de color café, que abarcaban casi toda la base del tallo y la raíz principal cubriendo casi un 75 % de su superficie. Black et al. (1993) mencionan que cuando *R. solani* infectan plantas grandes de Chile en el campo, estas no se mueren, pero presentan amarillamiento y marchitamientos en el follaje; esto ocurrió con el hongo *R. solani* cuando que fue inoculado con plantas de Chile al momento del trasplante.

Cabe mencionar que las plantas de Chile sufrieron un estrés mayor, debido a que el invernadero no estaba en condiciones para que las plantas de Chile tuvieran las condiciones favorables para un desarrollo óptimo.

Evaluación de las interacciones en cada una de las variables estudiadas

Efecto de grado de pudrición de la raíz

Todas las interacciones donde intervinieron *F. solani* y *R. solani* tuvieron efectos altamente significativos en el grado de pudrición de la raíz con respecto a los testigos ($\alpha=0.05$). El cuadro 3 muestra que la interacción entre *F. solani* y *R. solani* (tratamiento 3) genero efectos significativos en el grado de pudrición de la raíz y supero al efecto individual de *F. solani* (tratamiento 1) y *R. solani* (tratamiento 2). La interacción de *F. solani* y *R. solani* ocasiono una pudrición del grado 4.0 según la escala propuesta por Ayvar (1988) y como lo menciona Zamora (1996) *F. solani* y *R. solani* pueden causar en la planta de chile pudrición de raíz y cuello que dan como consecuencia la marchitez y muerte de la planta.

Cuadro 3. Escala para el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) modificado por Higuera, 2000.

Tipo	Descripción de síntomas
0	Raíz sana
1	Raíz con un sistema vascular donde se ven pocas zonas de color oscuro y hasta el 10 % de lesiones en la parte exterior.
2	Raíz con un sistema vascular donde se ven muchos tramos de color oscuro y del 10 al 25 % de lesiones en la parte exterior.
3	Raíz con un sistema vascular donde se ven muchos tramos de color oscuro y del 25 al 50 % de lesiones en la parte exterior.
4	Raíz con el sistema vascular completamente oscuro y del 50 al 75 % de lesiones en la parte exterior.

Efecto del peso fresco de la raíz

El cuadro 4 muestra que todas las interacciones donde intervinieron los hongos *F. solani* y *R. solani* disminuyeron de manera significativa los promedios del peso fresco de la raíz en comparación con el testigo ($\alpha= 0.05$). Como lo menciona Black et al. (1993) *R. solani* ocasiona una pudrición en la raíz del chile, debido a que este hongo puede infectar a las plantas desde el almácigo o al momento del trasplante, afectando el desarrollo normal del sistema radicular y la emisión de nuevas raíces, con lo que el peso de la raíz disminuye considerablemente. Sobre el efecto de *F. solani* en las raíces de las plantas de chile, Mendoza (1996) hace una breve mención donde resalta su capacidad de ocasionar pudriciones, que se manifiesta de manera cuantitativa en el peso de la raíz, debido a la gran cantidad de raíces secundarias y terciarias que son destruidas.

Cuadro 4. Resultados de la diferenciación de medias por el método de Tukey para la variable “peso fresco de la raíz” (gramos) en plantas de chile (*Capsicum annum*, L.)

C.V= 38.17		$\alpha=0.05$
Grupo	Tratamiento	Media
A	4	18.5025
A	2	15.0175
B	1	6.0550
B	3	4.3775

CONCLUSIONES

Los hongos *F. solani* y *R. solani* de manera individual ocasionaron amarillamiento en el follaje de las plantas de chile, pero este amarillamiento fue mas severo cuando se mezclaron ambos hongos.

Los hongos *F. solani* y *R. solani* de manera individual ocasionaron disminuci3n en el peso fresco de la ra3z de las plantas de chile, pero al momento de realizar la mezcla, esta disminuci3n de ra3ces fue mas severa.

BIBLIOGRAFIA

Agrios, N. G. 1988. Plant Pathology. Third Edition. Academic Press. London. 530 p.

Alexopoulos, C. J. y C. Mims W. 1979. Introductory Micology. Fourth Edition. Edit. Jhon Wiley & Sons, Inc. United States of América 869 p.

Anaya, R. S. y Romero N. J. 1999. Hortalizas, plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas. 544 p.

Arcos, C. G., J. Hernandez, H. D.E. Uriza, A. O. Pozo, C. Y A. Olivera, S. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. INIFAB, SAGAR, México, D.F. Folleto técnico No. 24. 206 p.

Ayvar, S. S. 1988. Respuesta de 10 variedades de tomate a la infección individual y combinada de *Meloidogyne incognita* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopercisi*. Tesis de maestro en ciencias. Centro de Fitopatología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 103 p.

Black, L. L., Green, S. K., Hartman, G. L. And Poulos, J. M. 1993. Pepper Diseases: A field Guide. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC. Publication No. 91-347. 98 p.

Camps, L. P. 1968. Enfermedades de las hortalizas. Primera edición. Ediciones Oikos-Tau. S. A. 361 p.

Coronado, R. J. C. 1995. Tratamiento químico a la semilla de chile jalapeño (*Capsicum annuum*, L.) para mejorar germinación y emergencia a temperaturas supra óptimas. Tesis Lic. U.A.A.A.N. Sin publicar.

Lara, M. A. 1990. Principios y enfermedades causadas por hongos en el cultivo del chile (*Capsicum annuum*, L.) Tesis Lic. U.A.A.A.N. Sin publicar.

Lara, V. F. 2000. Hongos de semillas de chile (*Capsicum annuum*, L.) y su patogenicidad. Tesis de Maestro en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 66 p.

Lawrence, O. M. A. 1964. Enfermedades de las hortalizas. Primera edición. Editorial Acribia. 228 p.

Martínez, G. F. 1993. Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo del chile (*Capsicum annuum*, L.) Tesis Lic. U.A.A.A.N. Sin Publicar.

Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco Edo. de México. 85 p.

Messiaen, C. M. y D. Blancoup. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. 576 p.

Montes, H. S. 1984. Estudio taxonómico de las especies *Phitohpthora*, causantes del marchites de chile (*Capsicum annuum*, L.) en México. Tesis Lic. U.A.A.A.N. Sin publicar.

Nuez, V. Gil. y Costa, G. J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Editorial Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España. 670 p.

Rodríguez, V. M. M. 1998. Detección de hongos, bacterias y virus presentes en semilla de chile (*Capsicum annuum, L.*) y su efecto en la calidad. Tesis M.C. U.A.A.A.N. Sin publicar.

Pérez, G. M., Marquez, S. f. y Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Editado por Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 380 p.

Pozo, C. O. 1997. Producción de semillas de chiles con cultivares e híbridos generados por INIFAP. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. 10 p.

Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatogenos. Universidad Autónoma de Chapingo. 347 p.

Sandoval, J. 1993. Chile: Enfermedades infecciosas de los cultivos. Editorial Trillas. México. pp. 125-136.

Smith, I. M. Y Dunes, J. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi-prensa. 671 p.

APENDICE

Cuadro No. 5. Peso de la raíz por cada uno de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1	4.79	6.53	8.82	4.08	24.22	6.05
2	10.60	11.48	17.40	20.59	60.07	15.01
3	1.31	1.63	2.08	12.49	17.51	4.37
4	20.25	13.73	22.31	17.72	74.01	18.50

T1: *Fusarium solani*

T2: *Rhizoctonia solani*

T3: *F. solani* y *R. solani*

T4: Testigo

Cuadro No. 6. Análisis de varianza para el peso de la raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	562.951538	187.650573	10.6661	0.001
Error	12	211.117920	17.593161		
Total	5	774.069458			

C.V: 38.17 %

Cuadro No. 7. Comparación de medias para el peso fresco de la raíz

Tratamientos	Media
4	18.5025 A
2	15.0175 A
1	6.0550 B
3	4.3775 B

Tukey= 8.8083

Nivel de significancia= 0.05

Cuadro No. 8. Grado de Pudrición de la raíz (%)

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1	4	4	3	4	15	3.75
2	3	3	3	3	12	3.0
3	4	4	4	4	16	4.0
4	0	0	0	0	0	0.0

T1: Testigo

T2: *Fusarium solani*

T3: *Rhizoctonia solani*

T4: *F. solani* y *R. solani*

Cuadro No. 9. Análisis de varianza de los datos del Grado de Pudrición de la Raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	40.687500	13.562500	217.0000	0.000
Error	12	0.750000	0.062500		
Total	15	41.437500			

C.V.= 9.30 %

Cuadro No. 10. Comparación de medias del grado de pudrición de la raíz

Tratamiento	Media
1	3.750000 A
2	3.000000 B
3	4.000000 A
4	0.000000 C

Tukey = 0.5250

Nivel de significancia = 0.05