

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**



**Interacción de *Fusarium solani* (Mart), y *Rhizoctonia solani* (Kuhn), en el Cultivo de Chile Serrano (*Capsicum annum* L.), var. Tampiqueño 74, Bajo Condiciones de Invernadero.**

**Por:**

**MARVIN MORENO MUÑOZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Abril de 2003.**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por haberme dado la vida, bendecirme e iluminar mi camino; por que tu señor siempre has estado en los momentos más difíciles de mi vida y nunca me abandonas, gracias **DIOS MIO**, gracias por tus bendiciones **SEÑOR**.

### **A MI “ALMA TERRA MATER”**

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y de la cual me despido eternamente agradecido.

### **AL DR. ABIEL SANCHEZ ARIZPE**

Por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por el interés mostrado, el apoyo y la asesoría en todo momento. En especial por su amistad y confianza. Gracias.

### **AL DR. ALBERTO FLORES OLIVAS**

Por el tiempo y el interés mostrado en la revisión del presente trabajo, por su autentica disposición.

### **A LA M.C. ELIZABETH GALINDO CEPEDA**

Por su apreciada colaboración en la revisión de este trabajo, y por sus aportaciones brindados para la culminación del presente trabajo de investigación.

**A LA M.C. MAGDALENA RODRIGUEZ VALDEZ**

Por su disponibilidad de formar parte del jurado calificador.

**AL DR. EUGENIO GUERRERO RODRIGUEZ**

Por las sugerencias brindadas para mejorar la presentación del presente trabajo, pero sobre todo por sus buenos consejos para desarrollarme profesionalmente.

**A MIS MAESTROS DE PARASITOLOGIA**

Que contribuyeron a mi formación profesional, por sus consejos, amistad y valioso tiempo dedicado dentro y fuera del aula.

**AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA**, Cristina, Silvia, y Lulu, quienes estuvieron apoyándome en todo para la realización de este trabajo, además por la amistad formada durante mi estancia en el Laboratorio.

A todas aquellas personas que de una u otra manera, colaboraron en la culminación de este trabajo.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS QUERIDOS PADRES:**

**SR. EDILBERTO MORENO CARDENAS**

**SRA. JUANA MUÑOZ BLAS**

Por todo el apoyo brindado para terminar mis estudios, por todos esos esfuerzos realizados, por todo el cariño y el amor que se me ha dado, por darme la oportunidad de existir, por depositar su confianza en mi, por sus grandes consejos, por tratar siempre de hacerme una persona de bien, y por todas aquellas cosas que no se pueden escribir en unos cuantos renglones.

Les brindo el presente trabajo como una muestra del profundo cariño, admiración y respeto que siento por ustedes.

### **A MIS HERMANOS:**

Rosabel                      Estelfa                      Deysi

Maricruz                      Sandra

Julio                              Dalila

Les agradezco de todo corazón esa confianza que depositaron en mi y que en todo momento me hizo sentir con un gran respaldo. Gracias por ese apoyo incondicional que me brindaron siempre que necesite de ustedes, tanto económico como moral. Tratare siempre de corresponder a todo ese apoyo y cariño brindado.

**A TODOS MIS TIOS:**

Gracias por sus sabios consejos, que me sirvieron, y me servirán de aliento para salir siempre adelante.

**A LAS FAMILIAS: González Hernandez y Paredes**

Sr. Carlos y Sra. Griselda; Sr. Juan y Sra. Silvia.

Porque me abrieron las puertas de su casa durante mi estancia en esta ciudad de Saltillo, Coahuila, para brindarme una grata hospitalidad, ofrecerme su amistad, su valioso apoyo, motivación y confianza. Gracias por hacerme sentir parte de ustedes.

**A MIS AMIGAS:**

Sandra, Martha y Karen.

Por su gran amistad incondicional y confianza que me brindaron, siempre vivirán en mi corazón; sin importar lo lejos que me encuentre siempre las recordare.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA GENERACION XCIV DE PARASITOLOGIA AGRICOLA, CON QUIENES PASE MOMENTOS MUY AGRADABLES:** Roger, Herminio, Jorge, Abel, Abraham, Mario, Carlos, Martin, Julio, Marco Antonio y el Teco. Por su amistad y confianza, gracias.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pagina</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	v
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	vii
<b>INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>HIPOTESIS</b> .....	13
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	14
Origen del cultivo del chile ( <i>Capsicum annum</i> , L) .....	14
Importancia y distribución.....	15
Clasificacion taxonomica .....	16
Descripcion morfologica .....	16
Raíz.....	17
Tallo.....	17
Hojas.....	17
Flor.....	17
Fruto.....	18
Semilla.....	18
Descripción del Chile Serrano.....	18
Enfermedades del Chile.....	20
Pudrición de semilla: Damping-off.....	20

Antracnosis: <i>Colletotrichum sp</i> .....	21
Marchitez: <i>Phytophthora capsici</i> Leo .....	21
Pudriciones de raíz y tallo .....	23
Características morfológicas de los hongos fitopatogenos.....	25
<i>Rhizoctonia solani</i> , Kuhn.....	25
Ubicación taxonómica.....	26
Ciclo biológico.....	26
Características morfológicas.....	27
Sintomatología.....	27
<i>Fusarium solani</i> , (Mart) Sacc 1881.....	28
Ubicación taxonómica.....	29
Ciclo biológico.....	30
Características morfológicas.....	31
Sintomatología.....	31
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	33
Obtención de los patógenos.....	33
Reactivación de las cepas.....	33
Multiplicación de las cepas.....	33
Selección de la concentración de inóculo.....	34
Sustrato.....	34
Preparación de inóculo .....	35
Cantidad de inóculo .....	36

Tratamiento a las plantas.....	36
Inoculación.....	36
Riego.....	36
Fertilización.....	37
Control de plagas.....	37
Variables consideradas .....	38
Grado de pudrición de la raíz .....	38
Peso seco de la raíz.....	39
Análisis estadístico.....	40
Tratamientos.....	40
Preparación de unidades experimentales.....	41
Diseño experimental.....	41
Reaislamientos.....	42
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
Caracterización de la patogenicidad.....	44
<i>Fusarium solani</i> (Mart) Sacc 1881.....	44
<i>Rhizoctonia solani</i> Kunh .....	44
Interacción entre <i>F. solani</i> y <i>R. Solani</i> .....	45
Efectos en el Peso seco de raíz.....	46
Efectos en el Grado de pudrición de la raíz. ....	49
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>57</b>



## CUADROS Y GRAFICAS

Cuadro 1. Contenido nutricional en carbohidratos y proteínas, además de minerales y vitaminas. Composición de 100 grs. de chile (valadez, 1997). .....	19
Cuadro 2. Registro de aplicaciones de insecticidas para el control de insectos plaga.....	38
Cuadro 3. Escala para estimar el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) modificada por Higuera, 2001 .....	39
Cuadro 4. Tratamientos que se aplicaron al chile en la etapa fenologica de plántula (10 hojas verdaderas).....	40
Cuadro 5. Tratamientos y repeticiones de la variable: peso seco de raíz de chile serrano.....	58
Cuadro 6. Análisis de varianza del peso seco de raíz. ....	48
Cuadro 7. Comparación de medias de los tratamientos de la variable: Peso seco de raíz.....	59
Gráfica 1. Comportamiento de los tratamientos con respecto al peso de Raíz seca.....	48

Cuadro 8. Tratamientos y repeticiones de la variable: grado de pudrición de la raíz.....	59
Cuadro 9. Análisis de varianza de la variable: Grado de pudrición de raíz.....	60
Cuadro 10. Comparación de medias de los tratamientos de la variable: Grado de pudrición de raíz.....	60
Gráfica 2. Comportamiento de los tratamientos con respecto al grado de pudrición de raíz.....	50

## INTRODUCCIÓN

El chile tiene una larga tradición cultural en México ya que es uno de los ingredientes característicos que ha dado fama a nivel internacional a la comida típica mexicana dado que es un alimento empleado desde hace siglos en la elaboración de una amplia variedad de platillos y condimentos, además de que puede aportar diversos beneficios al organismo debido a sus numerosas propiedades medicinales, convirtiéndolo así no solo en uno de los componentes predilectos de nuestra cocina, sino en auténtico emblema de mexicanidad.

Dentro de la gran diversidad de chiles que hay en México, los más importantes en base a su demanda y área sembrada son: Jalapeño, ancho, puya (guajillo), serrano, pasilla y bell. Actualmente se cultivan alrededor de 176 000 has de las cuales solo el 26 % se destina para el consumidor como chile seco. El 75 % del área sembrada la ocupan los tipos: ancho, guajillo, Jalapeño y serrano, correspondiendo alrededor de 15, 000 has de cada tipo. (Pérez, 1997). Durante los ciclos primavera-verano 97 y otoño-invierno 97-98 la superficie sembrada con chiles cubrió 157, 182 ha con una diversidad de más de 30 tipos distintos en 24 entidades (Hortalizas, Frutos y Flores, 1998; Arredondo, 1999).

El chile es originario de mesoamérica y ha sido durante muchos años el componente fundamental de la dieta de los mexicanos, que junto con el maíz, frijol y calabaza son actualmente la base de diversos platillos nacionales; además de ser

una de las actividades hortícolas más importantes en México por las 116, 689 hectáreas sembradas (SAGAR, 1996, citado por Higuera, 2001).

En México se consume de diversas formas, ya sea en verde, en polvo o en conserva. El chile posee un alto contenido de vitamina A y Niacina, así como Potasio y Fósforo. Los cuales son necesarios para el buen desarrollo y funcionamiento del cuerpo humano.

Uno de los principales problemas que afronta el cultivo de chile, son los daños ocasionados por las enfermedades, que pueden ser vírales, fungosas, bacterianas o por agentes abióticos. Pero entre estas destacan las del tipo fungoso, ocasionando daños directos a las plantas y a su producción, afectan significativamente la calidad de los frutos y semillas. Estas enfermedades interfieren 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 enfermedades de tipo fungoso se pueden citar a aquellas que atacan a las plántulas recién emergidas, las raíces y el sistema vascular de las 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 hongos 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).

Durante el desarrollo del cultivo. Según Agrios (1988) *Fusarium sp.* 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 ala vez resultan benéficos a las plantas y lograr 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 mediante los métodos de extracción y limpieza de las mismas.

### **Objetivo**

1. Evaluar el efecto de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* solos y asociados sobre el sistema radical de raíces de Chile serrano, variedad tampiqueño 74, bajo condiciones de invernadero.

### **Hipotesis**

1. La asociación de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* causan el 80 % del síndrome de la marchitez y muerte en plantas de chile serrano
2. *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* generan marchitez, pero no ocasionan la muerte de plantas adultas.

## REVISION DE LITERATURA

### Origen del cultivo del chile

El cultivo del chile (*Capsicum annuum*, L.) es originario de Mesoamerica y ha sido durante muchos años el componente fundamental de la dieta de los mexicanos, que junto con el maíz, frijol y calabaza son actualmente la base de diversos platillos nacionales; además de ser una de las actividades hortícolas más importantes en México por las 116, 689 hectáreas sembradas (SAGAR, 1996, citado por Higuera, 2001).

Este genero se aclimato a México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles. Valadez (1996) Existen múltiples evidencias de que el chile se conoce en México desde épocas muy remotas; en el Valle de Tehuacan, Puebla y Ocampo, Tamaulipas, se han encontrado restos de este cultivo que datan de hace, 7000 y 5000 años, respectivamente (Long, 1984).

El cultivo de chile serrano es una de las especies hortícolas de mayor importancia a nivel nacional, debido a su valor económico, generación de empleos y por su uso en la dieta alimenticia del pueblo mexicano. Lo anterior se refleja en la superficie que se destina a esta hortaliza cual fluctúa alrededor de 15 mil ha por año, con un rendimiento promedio de 11 ton/ha.

En la actualidad es un ingrediente fundamental de la dieta del pueblo mexicano, es la base o condimento de diversas recetas de la cocina mexicana y de algunas extranjeras, como la de estados unidos, donde a partir de esta década el

consumo de salsas picantes supero al de la tradicional salsa de tomate o “catsup” americana.

### **Importancia y Distribución**

El cultivo de chile serrano constituye una importante fuente de ingresos para los agricultores, además es generador de empleos para los trabajadores agrícolas, ya que se requieren de 300 a 350 jornales por hectárea en las labores del cultivo, principalmente en las cosecha. También hay que agregar otros trabajadores que se relacionan en forma indirecta con el cultivo, entre los que se incluyen transportistas y comerciantes (Pozo y Bujanos, 1982). Con lo que respecta a producción en el año agrícola 1990-1991, los rendimientos promedio nacionales fueron de 4.163 en el ciclo primavera-verano y de 5.348 ton/ha en el ciclo otoño-invierno (INEGI, 1997).

El chile serrano se ha cultivado en las Huastecas en forma intensiva desde hace muchos años, en la actualidad es una región importante, abastecedora de los principales centros de consumo del país. La producción de este tipo de chile esta dividida en tres zonas principales, que son: sur de Tamaulipas, el Oriente de San Luis Potosí, Norte de Veracruz y la región de Río Verde, S.L.P., es también una importante zona productora de chile serrano (Claridades Agropecuarias, 1998; citado por Arredondo, 1999).

Es por lo tanto el chile serrano una de las especies que mas se cultivan en México, ya que el área sembrada de serrano a nivel nacional oscila en 15 000 has.,

con un volumen de producción de mas de ciento sesenta mil toneladas (Pérez, 1997).

**Clasificación Taxonómica** propuesta por Pérez y colaboradores, (1997), para el  
chile.

Reino ..... Vegetal

División ..... Angiosperma

Clase .....Dycotyledoneae

Subclase .....Metachlamydae

Orden .....Tubiflorae

Familia .....Solanaceae

Genero .....*Capsicum*

Especie .....*annum*

N.C. .... Chile

### **Descripción morfológica del cultivo de chile**

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual. Algunas variedades de tipo Aji Chay se siembra como cultivos bi o trianuales (Pérez, et al, 1997)



**Raíz**

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

**Tallo**

El tallo es de consistencia herbácea y crecimiento limitado y erecto, cuya longitud puede variar entre 0.5 y 1.5 m, cuando las plantas adquieren cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente, son de color verde oscuro (Zapata et al., 1992).

**Hojas**

Son simples y de tamaño variable de 1.5 a 12 cm de largo y 0.5 a 7.5 cm de ancho con limbo entero o sinuado, plano o redondo, pedunculadas y el peciolo mide 0.5 a 7.5 cm de longitud. (Valadez, 1997).

**Flor**

Se caracteriza por sus flores blancas, generalmente solitarias o formando cimas axilares, los pedicelos miden mas de 1.5 cm de longitud, el cáliz es campanudo, persistente, con cinco sépalos. La corola es rotada de color blanco o violáceo, con tubo muy corto provisto de 5 a 6 pétalos insertados con el tubo de la corola. Los filamentos son muy cortos, las anteras tienen lóbulos paralelos y deshisencia longitudinal, el ovario tiene de dos a tres lóbulos marcados. (Rodríguez, 1988; citado por Ramírez, 1989).

**Fruto**

Es una baya jugosa, inflada y subglobosa con dos o tres lóbulos incompletos y placenta polispermica, el fruto inmaduro es de color verde o púrpura y al madurar toma diferentes tonalidades como amarillo, rojo, café rojizo, etc. Mide de 1 a 30 cm de longitud. (Montoya, 1992).

**Semilla**

Las semillas son abundantes y miden de 3 a 5 mm de longitud, son de forma aplanada y de color amarillo pálido, es dicotiledonea con germinación epigea.(Valadez, 1997).

**Descripción del Chile Serrano**

Las plantas de este tipo mucha variabilidad en cuanto a morfología se refiere, observándose hábitos de crecimiento compacto, postrado y erecto, con todas sus variantes, dado principalmente por el número y posición de las ramas primarias en el tallo principal. La altura de la planta varia de 0.40 a 1.50 m. Las hojas y el tallo presentan diferentes grados de pubescencia, lo cual diversas tonalidades de color verde a la planta, aunque también se pueden encontrar materiales glabros. (Arredondo, 1999).

Existe variación en las raíces en cuanto a forma y tamaño; desde la raíz típica o pivotante, con diferentes grados de ramificación y profundidad, hasta las raíces fibrosas, como las de los cereales (Flores, 1992).

Aun cuando tiende a comportarse como planta perenne en algunas regiones, por lo general, su ciclo vegetativo varía de 140 a 240 días y pueden realizarse hasta diez cosechas que son económicamente redituables (Salazar, 2001).

Los frutos son rectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos de forma cónica. Tienen de 2 a 10 cm de longitud, con cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presenta de a 3 loculos. Son muy picantes de color verde que varia desde el claro al mas oscuro cuando es inmaduro, cambiando luego a color rojo al madurar, aunque hay genotipos que maduran en café, anaranjado o amarillo (Laborde y Pozo, 1984).

**CUADRO 1.- Contenido nutricional en carbohidratos y proteínas, además de minerales de minerales y vitaminas, (Valadez, 1997).**

**Composición de 100 gr de chile**

Agua	88.9%
proteína	1.3 gr
Carbohidratos	9.1 gr
Ca	10.0 mg
P	25.0 m
Fe	0.7 mg
Ac. Ascórbico	235.9 mg
Tiamina	0.09
Riboflavina B	0.06 mg
Vitamina A	770.01 U.I

## Enfermedades del Chile

El cultivo de chile es atacado por diferentes organismos fitopatógenos los cuales reducen considerablemente la producción y en otros la calidad del fruto. Entre los principales agentes causantes de enfermedades al cultivo destacan los hongos por su indiscutible impacto económico al cultivo.

### **Pudrición de semillas: Damping-off**

(Black, *et al* 1993, citado por Higuera 2001) mencionan que esta enfermedad la ocasiona un complejo de hongos, entre los que destacan: *Pythium*, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium spp.* y *Phytophthora spp.*, frecuentemente se encuentran dañando en siembras directas. Pueden atacar antes o después de la emergencia.

Nuez y costa (1996), mencionan que *Pythium* es causante de los daños en la producción de plantulas en los semilleros de pimiento. El damping-off puede ser causado por *Rhizoctonia spp.*, por *Alternaria spp.*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum spp.*, *Phytophthora capsici*, *Sclerotium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Stemphylium solani*, asfixia radical asociada generalmente a *Fusarium spp.*, salinidad y por bacterias, cuando estas son transmitidas por las semillas. Los síntomas que ocasionan 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.

Los hongos causantes de estas enfermedades en el estado de plántula se encuentran en el suelo o las semillas. Su actividad se ve favorecida por la presencia de materia orgánica no descompuesta, humedades altas y la presencia de plantas poco lignificadas. Por lo demás, algunos, como *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Botrytis cinerea*, son mas activos a temperaturas bajas, mientras que otros, como *Phytophthora capsici* y *Colletotrichum*, lo son a altas temperaturas (Nuez y costa 1996).

**Antracnosis: *Colletotrichum ssp.***

Este hongo pertenece a la clase Deuteromycetes, siendo *Glomerella* el género que corresponde a su fase perfecta. *Colletotrichum spp.*, produce conidios unicelulares de color anaranjado, en órganos de fructificación bajo la epidermis de la planta. Cuando los órganos de fructificación se encuentran húmedos liberan los conidios, que son transportados por salpicaduras o contacto. Los conidios, a su vez tampoco germinan sino en presencia de altas humedades, por lo que es una enfermedad típica de ambientes húmedos. La antracnosis en frutos de chile se puede producir tanto en el campo como en la fase de comercialización. (Hadden y Black, 1989).

El hongo con frecuencia se encuentra en las semillas que se forman en vainas o cápsulas infectada, las semillas infectadas pueden presentar lesiones hundidas de color amarillento o café y de varios tamaños. Cuando dichas semillas se siembran, muchas de las que se han germinado mueren antes de que emerjan de la superficie

del suelo. Es frecuente que en los cotiledones de plántulas jóvenes aparezcan lesiones profundas café-oscuras con una masa de esporas de color rosa en su parte central. El hongo puede destruir a uno o ambos cotiledones en tanto sus esporas se diseminan sobre el hipocotilo y el micelio se desarrolla hacia el tallo de la plántula (Agrios, 1988)

**Marchitez: *Phytophthora capsici* Leo.**

Descrita por Leonian (1922), en Nuevo México, atacando pimiento (*Capsicum spp.*). en argentina se encontró en 1942 sobre berenjena, calabaza y pepino. En México, se encontró en 1956 (Galindo, A.) en chile y después en calabaza y finalmente en pepino, jitomate y fresa. Esta enfermedad ocasiona daños hasta de 80 % en las zonas productoras de chile. (Mendoza, 1996).

Los síntomas característicos comienzan con una marchitez muy leve de la planta y después de 3-4 días, se marchita completamente, observándose en el cuello un necrosamiento muy marcado y al efectuarse un corte se nota una coloración café obscura (Romero, 1993).

Las plantas enfermas muestran una banda parda oscura que ciñe el cuello de la raíz, debido a los cual se marchitan y mueren. En las hojas y en las ramas también se presentan lesiones como tizón. En los frutos se forman manchas acuosas cubiertas por el micelio del hongo. Los frutos afectados permanecen adheridos a la planta. La semilla de estos frutos también es afectada y frecuentemente al abrir los

frutos, se observa el desarrollo del micelio de color blanco que cubre las semillas podridas. En plantulas, puede ocasionar Damping-off y después pudrición del tallo. El mayor daño lo ocasiona cuando afecta las raíces y tallo, lo cual ocurre en la época de floración, donde la planta rápidamente se marchita y se seca (Mendoza, 1996).

### **Pudriciones de raíz y tallo.**

Mediante el aislamiento de raíces y corona de las plantas achaparradas se identifican principalmente a *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *Verticillium* y *Rhizoctonia solani*.

Otros autores designan bajo el nombre de complejo de la pudrición de raíz, a una enfermedad producida por un complejo de hongos, señalan que esta alteración es extremadamente destructiva y que no puede considerarse como una enfermedad causada por algún organismo específico, sino más bien por una aglomeración de enfermedades. El término es descriptivo de la sintomatología y no de los factores que la causan. Cuando la raíz muere, no importa la causa, se torna café y fácilmente negra, pero ninguno de los síntomas aéreos proporcionan un indicio de la causa. Tales estructuras muestran síntomas, lo cual resulta de la inhabilidad de las raíces para abastecer a la planta de agua, (Anaya y Romero, 1999).

Maroto (1989) describe a las pudriciones de raíz y tallos, como de importancia fundamental en el cultivo, mencionando además los patógenos más comunes, siendo el principal *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary y *Phytophthora capsici* Leo, el

primero se desarrolla sobre el cuello de la raíz de las plantas provocando una podredumbre blanda que provoca posteriormente la muerte de la planta. En cambio *Phytophthora capsici*, produce un colapso rápido de las plantas en cualquier estado del cultivo, estén o no desarrolladas, causando una marchitez irreversible que provoca la muerte rápida.

Existe además en el cultivo de chile, otra podredumbre ocasionada en el tallo y raíz de la planta, la que es producida por el Ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum*, la cual no se considera una enfermedad importante en el cultivo (Nuez y Costa, 1996).

Menciona (Nuez y costa, 1996) que la enfermedad producida por *Sclerotinia sclerotiorum* se da tanto en cultivos al aire libre como invernadero. El ataque se inicia en la base del tallo. Este se recubre de un micelio algodonoso que a veces, también se extiende al suelo alrededor de la base la planta, sobre el micelio se diferencian los esclerocios, redondos, blanquecinos, mas tarde marrón oscuro, y del tamaño de un grano de mostaza. Este proceso se ve acompañado de una marchitez de la planta, lo que generalmente es el primer síntoma observado por el agricultor.

*Sclerotinia sclerotiorum*, se desarrolla a nivel del suelo, y puede afectar a cualquier parte de la planta que este en contacto con el mismo. Sin embargo, el daño mas corriente es la podredumbre del tallo y de la raíz,. También puede afectar a una sola rama de la planta y ocasionalmente a los frutos, incluso en postcosecha. Las semillas de los frutos infectados pueden transmitir al hongo, sin embargo, el origen de la enfermedad se ve favorecida por humedades altas y temperaturas entre 21 y



25 °C, pero una vez que se ha iniciado, esta puede desarrollarse a temperaturas de hasta 0 °C (Agrios, 1988).

### **Características de los Hongos Fitopatogenos**

#### ***Rhizoctonia solani*, Kuhn: pudrición del cuello y marchitez**

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

Es un habitante del suelo con capacidad patogénica tan extraordinaria que se encuentra en plantas de todo tipo: malezas, ornamentales, arboles forestales y casi cualquier cultivo hortícola con síntomas de ahogamiento, cancrrosis, pudrición de la corona, anidamiento, etc. (Romero, 1993)

Las plántulas pueden ser muertas por *Rhizoctonia* antes de emerger del suelo (ahogamiento preemergente) debido a la destrucción del meristemo apical. Si las plantulas logran emerger, entonces es a la base del tallo, donde tiene lugar una pudrición húmeda que provoca que las plantulas caigan y mueran; la lesión siempre es hundida y muestra varios tonos de color café o más comúnmente café rojizo (ahogamiento postemergente). (Romero, 1993).

Este hongo esta distribuido en todo el mundo; donde la humedad y temperaturas 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 (Mendoza, 1996).

**Ubicación taxonómica.**- Alexopoulos y Mims (1979) clasifican a *Rhizoctonia solani* kuhn de la siguiente manera:

División .....Amastigomycota  
 Subdivisión ..... Deuteromycota  
 Clase..... Deuteromycetes  
 Subclase..... Hyphomicetidae  
 Orden ..... Aganomycetales  
 Mycelia sterilia  
 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 suelo, 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 (Mendoza, 1996).

## **Características morfológicas**

Hooker (1990) citado por Lara (1990) señala que las características más típicas de *R solani* son sus ramificaciones en ángulo recto (90 °), 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 tienen sus células multinucleadas y se ramifican cerca de la septa distal de la célula.

## **Sintomatología**

El hongo ataca a las plantas antes o poco después de que han emergido del suelo. Las lesiones son hundidas, de tamaño variable, con coloraciones café canela o café rojizo. Las áreas oscuras y necroticas son más evidentes cuando el tejido dañado es considerable. Al 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 (Mendoza, 1996).

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 los 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 (Agrios, 1988).

***Fusarium solani*, (Mart) Sacc 1881: Marchitez**

Sánchez en 1983 Citado por Martínez (1993) indica que en México fue identificado a *F. oxysporum* y *F. solani* afectando el cultivo de chile, y caracterizado como un problema principal en las zonas productoras del país, sobre todo en Durango y Zacatecas, estos patógenos ocasionan de un 50 a 60 % de pérdidas. Los mismos autores los reportan en el bajío, valle del fuerte, norte de México, Nayarit y valle de Actopan Hgo.

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).

**Ubicación taxonómica.-** Alexopoulos y Mims (1979) mencionan que el hongo del marchitamiento esta clasificado de la siguiente manera:

Reino ..... Mycetae  
 División ..... Amastygomycota  
 Subdivisión ..... Deuteromycotina  
 Clase ..... Deuteromycetes  
 Orden ..... Moniliales  
 Familia ..... Tuberculariaceae  
 Genero ..... *Fusarium*  
 Especie ..... *solani*

Esta especie se caracteriza por presentar los tres tipos de esporas asexuales: microconidios, macroconidios y clamidosporas. Tiene abundantes microconidios y estos no se encuentran en cadena, son formadores de filaidas simples que nacen lateralmente en la hifa o en conidioforos, tienen forma oval, piriforme o cilíndrica, los microconidioforos se observan bien desarrollados y tienen filaidas largas. Los Macroconidios son gruesos, no puntiagudos, con pared gruesa y una anchura máxima de 4.5 a 5.5 micras. Al observar la masa de esporas, se distinguen por un color crema-amarillo; pigmento azul, azul-verde o violeta (Booth, 1977).

Burgess *et al.*, (1988), describen algunas características de la especie *Fusarium solani*; como el diámetro de la colonia en medio PDA, donde es de 2.1 a 2.9 cm a 25 °C y de 2.6 a 3.6 cm a una temperatura de 30 °C; el color del micelio en

PDA es blanco a crema y se producen abundantes macroconidios en esporodoquios color crema o verde azulado los cuales dan a la colonia una apariencia distintiva.

El hongo, *Fusarium solani*, en general ocasiona sólo esporas asexuales. Las esporas asexuales se forman en esporodoquios e incluyen microconidios formados por una o dos células, así como los macroconidios típicos de *Fusarium*, que consisten de 3 a 9 células (a menudo 3 a 5), levemente encorvados y con extremos mas o menos puntiagudos. *Fusarium* también produce clamidosporas 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 invierna en forma de micelio o esporas en la semillas o en los tejidos muertos 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).

### **Ciclo biológico**

El micelio del hongo es incoloro al principio, pero conforma madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o algo púrpura. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales. Microconidios, que tienen de una a dos células y son las esporas que el hongo produce con mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones. Son las únicas esporas que forma el hongo en el interior de los vasos de plantas hospederas que a infectado. Macroconidios, que son las esporas típicas de

*Fusarium*, están constituidas de tres a cinco células, se agudizan gradualmente y se encorvan hacia ambos extremos. Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno y por lo común se forman en grupos de estructuras en forma de esporodoquios. El ultimo tipo de espora son las clamidosporas, que están constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminalmente o intercaladas en el micelio mas viejo o en los macroconidios del hongo (Nash et al. 1961;citado por Agrios, 1988)

### **Características morfológicas**

*Fusarium spp.* presenta conidioforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios.

### **Sintomatología**

Los primeros síntomas de la marchitez por *Fusarium* es un aclareo de venas en los márgenes de hojas juvenes, seguido por epinastia en hojas viejas, causado por el doblamiento de los peciolos en ángulo inferior. Este es seguido por la disminución del desarrollo de la planta, amarillamiento, formación de raíces adventicias, marchitez durante las horas calientes del día, pero hay una recuperación en las horas frescas de la tarde, después esta marchites se vuelve permanente, hay defoliación, necrosis marginal y muerte de la planta (Barnes, 1968; citado por Agrios, 1988).

En plantas viejas en el campo, las raíces y bases de los tallos muestran ennegrecimiento, lo mismo que los haces vasculares, al hacer el corte para examinar las hifas del hongo, pueden observarse en el xilema. A menudo los síntomas aparecen solo a un lado del tallo y progresan hacia el follaje y más tarde el follaje y el tallo mueren (Agris, 1988).



## **MATERIALES Y METODOS**

La presente investigación se llevo a cabo en el invernadero y laboratorio de Parasitología agrícola de la UAAAN, en el periodo comprendido de Mayo a Diciembre del 2002.

### **Obtención de los Patógenos**

Las cepas patogénicas contenidas en tubo de ensayo y aceite mineral fueron proporcionadas por el Dr. Luis Pérez Moreno, Profesor-Investigador de la escuela de agricultura de Irapuato, Gto.

### **Reactivación de las cepas**

Se tomaron los tubos de ensayo donde se guardaron cada una de las cepas y se transfirieron a cajas petri con caldo de papa dextrosa agar (PDA), se etiqueto cada caja con la cepa correspondiente y se incubaron durante 72 horas en una estufa a 25 °C. Luego las cajas se colocaron durante una semana a temperatura ambiente bajo luz blanca.

### **Multiplicación de las cepas**

Una vez reactivadas las cepas se procedió a incrementarlas en medio de cultivo, con el fin de obtener suficiente cantidad de inculo para la prueba de

patogenicidad, donde se seleccionaría la concentración de inóculo óptima. se hicieron 5 transferencias a cajas petri con PDA por cepa, posteriormente se incubaron durante 72 horas a 25 °C.

### **Selección de la concentración de inóculo**

Para este estudio fueron utilizadas plantas de chile serrano (*Capsicum annuum*, L) variedad Tampiqueño 74, que se encontraban en la etapa fenológica de plantula; en macetas de 3 kilogramos de capacidad. Los tratamientos consistieron en cada una de las dos especies fungosas con un nivel de densidad de inóculo, y un testigo sin aplicar. 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 plástico de 3 kg.

### **Sustrato**

Se utilizó sustrato orgánico a base de peat-most, para establecer la siembra de semillas de chile en charolas, de igual manera se utilizó este material para rellenar las macetas donde iban a ser trasplantadas las plantulas.

## Preparación del inóculo

Para preparar la suspensión de inóculo primeramente se empezó por seleccionar las 2 mejores cajas petri con el hongo bien desarrollado en la misma, esto, del total de cajas transferidas para la multiplicación de las cepas; es decir se tomaron 2 cajas con *Fusarium solani* y 2 con *Rhizoctonia solani*, en base a esto y los tratamientos considerados para este estudio se procedió a preparar la cantidad de inóculo para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, tomando en cuenta de que cada unidad experimental (una planta de chile) se le aplicara 50 ml de inóculo al momento de la inoculación; en base a ello se realizaron los cálculos para obtener una cantidad de inóculo específico para cada tratamiento con sus repeticiones; finalmente se prepararon 200 ml de inóculo para cada tratamiento, esto debido a que se cuentan con cuatro repeticiones por tratamiento.

En el laboratorio de Fitopatología la preparación del inóculo se realizó de la siguiente manera:

Para el tratamiento 1 (*Fusarium solani*) el contenido de caja petri se vació en una licuadora que contenía 200 ml de agua destilada estéril para que posteriormente se licuara y se desprendieran las conidias; la mezcla obtenida se pasó a un matraz erlenmeyer para que finalmente se inocularan con las plantas de chile; para el T2 (*Rhizoctonia solani*), se realizó la misma metodología que el T1; y el T3 (*F. solani*, y *R. solani*) para este tratamiento la dosis fue la mitad de la caja petri de *F. Solani* y de igual manera la mitad de la caja que contenía *R. solani*, es decir la cantidad fue igual

a los tratamientos anteriores, de una caja. De igual forma se mezclaron los dos hongos fitopatógenos en una licuadora con 200 ml de agua destilada estéril para obtener finalmente la suspensión.; al T4 (testigo), no se le aplicó ningún patógeno.

### **Tratamiento a las 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.

### **Inoculación**

La inoculación de las especies *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 le practicó la herida, la cual se encuentra a 3 cm por debajo del cuello de la planta. Enseguida se cubrió con peat-moss el lugar de la herida.

### **Riego**

Los riegos fueron proporcionados diariamente desde que se inició con la preparación de siembra en charola, los riegos se daban por la mañana. La calidad de

agua no se tomo en cuenta ya que el agua que sirvió para riego fue tomada directamente del agua corriente de la llave

### **Fertilización**

Se apoyo el desarrollo de plantulas en charola, con una solución nutritiva, el cual fue asperjado al área de follaje cuando estas tenían entre 4 y 6 hojas verdaderas hasta al momento del transplante. Las aplicaciones se realizaron con un atomizador al cual se le agrego 1 litro de agua con una concentración de 4 grs de la solución nutritiva; dicha solución fue asperjada cada tercer dia por las mañanas.

### **Control de plagas**

Se realizo un monitoreo constante para la detección de arribos de los insectos, tomando como umbrales de decisión para el minador de la hoja *Liriomyza spp* cuando la planta presentara tres hojas minadas y se presentara en mas del 50 % de ellas.

**Cuadro 2. Registro de aplicaciones de insecticidas para el control de insectos plaga.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre Comercial</b>	<b>Nombre Técnico</b>	<b>Grupo Toxicológico</b>	<b>Dosis (gr de P.C/ha)</b>	<b>Aplicado Contra</b>
Junio- Agosto	Confidor S.A	Imidacloprid	cloronicotinilo s	1 litro/ha	<i>Bemisia tabaci</i>
Agosto	Trigar 75 P.H	Cyromazina	Regulador de crecimiento	150 g de P.C/ha	<i>Liriomyza Spp.</i>

### **Variables consideradas**

Para evaluar este experimento se usaron las siguientes variables: grado de pudrición de la raíz y peso de la raíz.

### **Grado de pudrición de la raíz**

Esta observación se evaluó tomando como base el hecho de que las raíces no infectadas son de color blanco, mientras que las afectadas por el hongo presentan un color café oscuro o pardo (pudrición seca) para el caso de las especies de *Fusarium solani*, mientras que para el caso de lesiones por *Rhizoctonia solani* se presentan

lesiones de color café rojizo o canela en la parte exterior de la raíz. El aspecto del tejido vegetal se midió visualmente mediante la escala de Ayvar 1998.

**Cuadro 3. Escala para estimar el grado de pudrición de la raíz (Ayvar, 1988) modificada por Higuera, 2001**

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.

### **Peso seco de la raíz**

El sistema radical de las plantas que fue extraído de las macetas, se peso para determinar el peso por unidad experimental de la raíz fresca. Esto se realizo en

el laboratorio de Fitopatología, y el peso se determino mediante el uso de una balanza analítica.

### **Análisis estadístico**

El diseño experimental usado fue bloques completamente al azar, analizados en el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) con una comparación de medias de diferencia mínima significativa (DMS) con un nivel de significancia del 5% (0.05).

### **Tratamientos**

Para determinar el efecto de interacción de los 2 aislamientos, se consideraron 4 tratamientos con todas las combinaciones posibles.

**Cuadro 4. Tratamientos que se aplicaron al chile en la etapa fenologica de plántula (10 hojas verdaderas).**

<b>Tratamiento</b>	<b>Especie (interacción)</b>	<b>Etapas fenológicas</b>
1	<i>Fusarium solani</i>	Plántula
2	<i>Rhizoctonia solani</i>	Plántula
3	<i>F. solani + R. Solani</i>	Plántula
4	Testigo absoluto	Plántula



### **Preparación de unidades experimentales**

La siembra de semilla de chile se realizo en charolas de plástico de 200 cavidades y se utilizo el sustrato comercial peat-moss, el sustrato se mantuvo regado con agua durante el periodo de crecimiento de las plantula en las charolas; se aplicaron soluciones nutritivas “arrancador” disueltas en agua para posteriormente asperjar con un atomizador al follaje, esto, para ayudar a promover el desarrollo de las plantulas, a cada litro de agua se le agregaron 4 gramos del concentrado.

El trasplante se realizo a los 30 días. El día 3 de mayo se plantaron 16 plantulas en bolsas de plástico de 3 kg. de capacidad.

En el experimento se utilizaron 34 kilogramos de Peat-moss, 16 bolsas de plástico de 3 kilogramos de capacidad, 16 plantulas de chile serrano variedad tampiqueño 74, una charola de 200 cavidades de unigel para la germinación de las semillas.

### **Diseño experimental**

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 maceta de 3 kg.

## Reaislamientos

Después de haber medido las variables de nuestro interés en este experimento, se reislaron los patógenos que fueron inoculados, es decir, se tomaron pequeños trozos de los tejidos que mostraban síntomas de la enfermedad y se colocaron en medio de cultivo para tratar de obtener de nuevo al patógeno que fue inoculado. Para aislar las especies de *Fusarium* y *Rhizoctonia* se cortaron pequeños trozos de raíz, se desinfectaron en una solución acuosa de Hipoclorito de sodio al 1.5 % durante 5 minutos, se enjuagaron en agua destilada estéril y posteriormente se colocaron en caja petri con medio de cultivo PDA y se incubaron 5 días a 25 °C . a cada caja petri se le colocaron se le colocaron 4 trozos de raíz provenientes de una misma planta, de modo que cada una representa una unidad experimental.

Después de observar el crecimiento de las dos especies de hongos, se verifico la presencia de las estructuras en los reaislamientos, se procedió a identificar cada una de las especies. Para las especies del genero *Fusarium* se utilizaron las claves de Booth, y para *Rhizoctonia* se utilizaron las claves de Romero descritas por Synder & Hansen.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Debido a las condiciones que prevalecieron en el invernadero, los resultados obtenidos no eran los que se esperaban.

Durante todo el desarrollo de la plántula a planta adulta del chile (Mayo-Julio) la temperatura promedio en el invernadero sobrepaso los 40 °C, lo cual provoco en la planta de chile a entrar en un estado de estrés, y provocó que se alteraran las funciones llevadas a cabo en el metabolismo de la planta, y como consecuencia origino una defoliación prematura dando como resultado producción de frutos irregulares e inmaduros y un desbalance en algunas variables que eran de nuestro interés en este experimento.

Por lo anterior, solamente se llegaron a registrar resultados confiables y que eran de esperarse para las variables peso de raíz y grado de pudrición de raíz.

Los resultados obtenidos en el invernadero, se pasaron a medir al laboratorio de Fitopatología, donde se aislaron cortes de tejidos de raíces para sembrarlas en medio de cultivo con PDA, esto con el fin de recuperar a los hongos fitopatogenos inoculados al momento del transplante, y asegurarnos que realmente estos ocasionaron el problema de marchitez y muerte de plantas de chile.

## **Caracterización de la patogenicidad**

### ***Fusarium solani* (Mart) Sacc 1881**

Las plantas de Chile que fueron inoculadas con este hongo al momento del trasplante y con diez hojas verdaderas mostraron amarillamientos en las hojas a los 40 días después de la inoculación, también se logró apreciar una fuerte defoliación para todos los tratamientos, a excepción del testigo el cual no presentaba esta sintomatología. A los 60 días después de la inoculación el 50 % de las plantas mostraron un amarillamiento y marchitez general.

A lo largo de la etapa de floración y fructificación siguieron presentando síntomas de amarillamiento en la parte basal, aclaración de nervadura y epinastia en un 60% de las hojas. El amarillamiento fue avanzando a todas las hojas de las plantas hasta que finalmente ocurrió nuevamente una defoliación empezando en las hojas basales de la planta y terminando en la parte terminal de plantas, esto coincide con el trabajo realizado por Higuera (2001)

### ***Rhizoctonia solani* Kunh**

A los 50 días después de la inoculación al momento del trasplante y con diez hojas verdaderas, el 50 % de las plantas presentaban marchitez en un 50 % de las hojas, acompañado de una defoliación prematura muy fuerte. Posteriormente a los 90 días después de la inoculación el 70 % de las plantas no tenían hojas pero aun

así las plantas no habían muerto, ya que con los riegos que se aplicaban estimulaban a la planta a producir nuevos brotes. Además se logró observar que el 10 % de las plantas mostraban pudriciones hundidas en el nivel del cuello de la plantas, estos síntomas coinciden con Mendoza (1996) al encontrar plantas de Chile infectadas por *R. solani* en campo. Al inicio de floración hasta la etapa de fructificación se observó que las plantas presentaban amarillamientos y marchitez más fuertes en un 70% de las plantas, el 30 % de las plantas presentaban lesiones de color café, esta lesión cubría la base del tallo y la raíz principal en un 40 % de su superficie.

Black *et al* (1993), citado por Higuera, (2001) mencionan que cuando *R. solani* infecta plantas grandes de Chile en campo, estas no mueren, pero presentan amarillamientos y marchitez en el follaje.

### **Interacción entre *F. solani*, y *R. Solani***

Las plantas inoculadas con estos 2 hongos, fueron las que más agresividad y velocidad en el grado de desarrollo de la marchitez presentaron. A los 45 días después de la inoculación al momento del transplante los síntomas observados eran amarillamientos en todas las plantas de los primeros tres tratamientos, poco después a los 65 días después de la inoculación el 100 % de las plantas de los tratamientos del 1 al 3 presentaban un marchitez del 80 %, además de la defoliación que también se llevó a cabo para este tratamiento. Estos dos patógenos ocasionaron una

marchitez progresiva en todas las plantas tratadas, hasta que finalmente murieron, primero se pusieron amarillas, se marchitaron y finalmente murieron.

### **Efecto en el peso de raíz**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Análisis de varianza y analizados mediante la prueba de medias (DMS) al 0.05%, se llegó a obtener lo siguiente:

Respecto al parámetro de peso de raíz en fresco, los tratamientos que mostraron los mejores pesos fue el T4 (Testigo), con un peso de (17.85 gr); seguido del T3 (*Rhizoctonia*) con un peso de (12.11 gr.), el T2 (*Rhizoctonia*) con un rendimiento de 11.09 gr., y el T1 (*Fusarium*) con un rendimiento de 5.58 gr.

Se observa que donde intervino el hongo *Fusarium solani* disminuyó de manera significativa el promedio de peso de la raíz en comparación con el testigo. 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 son destruidas.

En la interacción donde intervinieron *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* fueron estadísticamente iguales a los efectos donde se inocularon los tratamientos individuales.

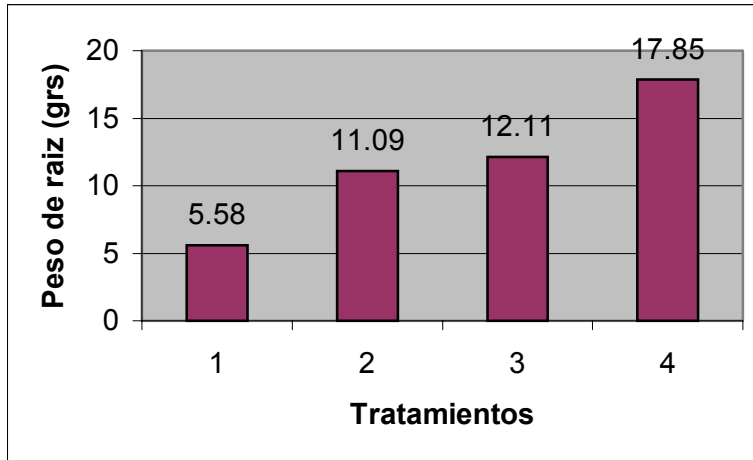
De manera individual cada uno de los hongos, T1, T2 y T3 al nivel de concentración de inóculo tiene un impacto muy fuerte en la reducción de biomasa del sistema radical del chile

Existe diferencia significativa del 68% en el efecto del peso de raíz de del T1 con respecto al T4. Por otro lado el T2 estadísticamente casi tiende a ocupar el mismo comportamiento que T3 a diferencia del 7 % que lo supera el T3

El T1 (*Rhizoctonia solani*) en comparación al T4 (testigo) se reduce en un 68.74 % la cantidad de biomasa de raíz, además es el que se presenta con mayor agresividad, por lo que estas plántulas a las que fueron sometidos este tratamiento no tendrían la capacidad para almacenar nutrientes el cual no le permite su desarrollo normal y por consecuencia una mala producción; el T2 (*Rhizoctonia solani*) su efecto causó una pérdida de biomasa del 37.89 % con respecto al testigo, y el T3 (*F. solani* + *R. solani*) afecta en un 32.15 %. la cantidad de biomasa en raíz.

El T2 (*R. solani*) con el T3 estadísticamente son iguales, pero existe una diferencia significativa del 5.74 % sobre el peso de raíz.

**Gráfica 1. Comportamiento de los tratamientos, con respecto al peso de raíz seca.**



T1- *Fusarium solani*

T2- *Rhizoctonia solani*

T3- *F. solani* + *R. Solani*.

T4-Testigo-sin aplicar



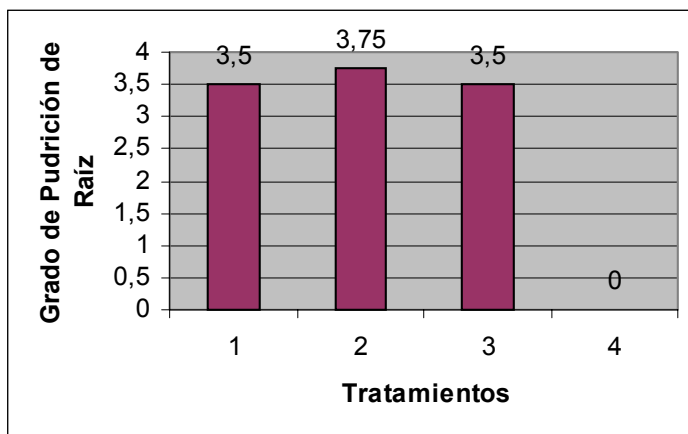
### **Efecto en el grado de pudrición de la raíz.**

En esta variable no existe diferencia estadísticamente, debido a que el T1, T2 y T3, tienen el mismo comportamiento.

Todos los tratamientos individuales y la interacción generaron pudriciones en las raíces de las raíces tratadas.

El T2 (*Rhizoctonia solani*) ocasiona un grado de pudrición de grado 3.75, valor superior al tratamiento 1 (*F. solani*) con 3.50, y a la interacción de ambos hongos (*F. solani* + *R. solani*), 3.50; estos datos fueron obtenidos de acuerdo a la escala propuesta por Ayvar (1988). Estos datos concuerdan con (Romero, 1994), al decir que *Rhizoctonia solani* provoca una pudrición no compacta, por lo que se desprende la epidermis; esta característica se logro observar en muchas raicillas al momento de estar realizando los cortes de aislamiento de tejido vascular.

**Gráfica 2. Comportamiento de los tratamientos con respecto al grado de pudrición de la raíz.**



T1- *Fusarium solani*

T2- *Rhizoctoni solani*

T3- *F. Solani* + *R. solani*

T4- Testigo- sin aplicar

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados expuestos anteriormente, y bajo las condiciones en que se desarrollo el presente trabajo se concluye lo siguiente:

Para la variable: peso de raíz, Se pudo observar que sus daños en la planta fueron mayores al inocular a *Fusarium solani*, que cuando éstas se inocularon con *Rhizoctonia. solani*, y también la mezcla de los dos patógenos.

Con respecto al grado de pudrición de raíz, el T2 (*Rhizoctonia solani*), resulta ser más agresivo, llegando a causar un grado de pudrición mayor que el resultado obtenido de la interacción de los dos hongos.

Los hongos *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* de manera individual no ocasionaron la muerte de plantas adultas de chile serrano, var. Tampiqueño 74.

La interacción de los hongos *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* ocasionaron la muerte de plantas adultas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, N. G. 1988. Plant Pathology. Third Edition Academic Press. London.
2. Alexopoulos, C. J. C. Mims W. and M. Blackwell. 1979. Introductory Micology. Fourth Edition. Edit Jhon Wiley & Sons, Inc. United States of America. 869 p.
3. Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas. Plagas y Enfermedades. Editorial Trillas. México. Págs. 544. Págs. 32-44.
4. Arredondo, A. P. 1999. Evaluación de Tres Variedades de la Población de Chile Serrano (Híbrido Máximo) con Acolchado de Suelos y Fertilización. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
5. Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 237 p.
6. Booth, C. 1977. *Fusarium*, Laboratory guide to the identification of the major species commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 58 p.
7. Borrego, P. V., Maroto, B. J. V. y Pascual, E. B. 1995. Enfermedades de las Hortalizas. Editorial Mundi-Prensa. España. Págs. 576. Págs. 158-162.

8. Burgess, L. W., Liddell, C.M., Summerell, B.A. 1988. Laboratory Manual for Fusarium Research: incorporating a key and descriptions of common species Found in Australasia. Departament of Plant Pathology and Agricultural Entomology. The University of Sydney. 2da. Edicion. Sydney Australasia. 156 p.
9. Cortez, M. E. 1992. Monitoreo del Desarrollo Fenologico del Chile Serrano y su Plagas Principales. Tesis de Maestría en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Págs. 118. Págs. 1-9.
10. Flores, M. M. 1993. La Fenología del Cultivo de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.), y su Relación con la Incidencia del Minador de la Hoja *Liriomyza* spp. En Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Págs. 60. Págs. 4-8.
11. French, R. E. y Hebert, T. Teddy. 1980. Métodos de Investigación Fitopatologica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. Pag. 289.
12. Hadden, J. F, y Black, L. L. 1989. Antracnose of Peper Cuased by *Colletotrichum* spp. in Tomato and Pepper production in the Tropics. AVRDC, Formosa. Pp 189-199.

13. Higuera, S. V. M. 2001. Efecto de Cinco Especies de Hongos Aislados de Semilla de Chile (*Capsicum annuum*, L) en Cinco Etapas Fenológicas del Cultivo. Tesis de Maestría. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
14. INEGI. 1997. Cultivos Anuales de México. VIII. Centro Agropecuario. INEGI, 141-146 pp
15. INIFAP. 1994. Gigante Ebano y Paraíso, Nuevas Variedades de Chile Serrano en México. Folleto Técnico Num. 10. 16 p
16. Laborde, C.A. y Pozo, C. O. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. Segunda Edición. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH-INIA.
17. Lara, M. A. 1990. Principales Enfermedades Causadas por Hongos en el Cultivo de Chile (*Capsicum annuum* L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Págs. 114. Págs. 58-60.
18. Long, S. J. 1986. *Capsicum* y cultura, La Historia del Chilli. Fondo de Cultura Económica. México.
19. Maroto, B, J. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 566 p

20. Martínez, G. F. 1993. Principales Plagas y Enfermedades que Atacan al Cultivo del Chile (Capsicum annuum L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Págs. 139. Págs. 1-7.
21. Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Chapingo, México. Págs. 55. Págs. 43-44.
22. Montoya, T. G. 1992. Sistema de Producción de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Memoria de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Págs. 55.
23. Nuez, V. F. y Costa G. J. 1996. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Editorial Grupo Mundi Prensa. Madrid, España 607 p.
24. Pérez, G. M; Márquez, S, F. y Peña, L. A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. UACH. Chapingo, Edo. de México. 380 p
25. Pozo, C. O. y Bujanos, M. R. 1980. Guía Para Cultivar Chile Serrano en la Región de las Huastecas. CIAGON. INIA. SARH.
26. Pozo, C. O. 1981. Descripción y Tipos y Cultivares de Chile (Capsicum annuum L.), en México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH-INIA. Folleto Técnico N° 77.

27. Ramírez, M. M. 1989. Clasificación de Genotipos de Chile Serrano (Capsicum annuum L.), Según su Resistencia y Susceptibilidad a Temperaturas Altas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México
28. Romero, C. S. 1993. Hongos Fitopatogenos. Chapingo, México. Págs. 347. Págs. 308-316, 338-340.
29. Salazar, Torres. A. M. 2001. Efecto de la Aplicación del Acido Salicilico y Sulfosalicilico en la Respuesta al Estrés del Frío de Chile Serrano (Capsicum annuum L). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
30. Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Séptima Reimpresión. Editorial Limusa. México. Págs. 298. Págs. 185-188.
31. Zapata, M. Bañon, S. y Cabrera, P. 1992. el Pimiento Para Pimenton. Agroguias. Ed. Mundi-prensa. 240 pp.



# APENDICE

**Variable: peso de raíz en seco**

**Cuadro 5. Tratamientos y repeticiones del peso de raíz de chile serrano**

N° TRAT	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	1.94	1.73	8.20	10.46	22.33	5.58
2	10.17	11.08	10.41	12.71	44.37	11.09
3	7.80	14.08	14.89	11.70	48.47	12.11
4	18.49	15.10	20.26	17.58	71.47	17.85

T1= *Fusarium solani*

T2= *Rhizoctonia solani*

T3= *F. solani* + *R. solani*

T4= Testigo

**Cuadro 6. Análisis de varianza: Peso de raíz en seco**

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P F
TRAT.	3	303.5051	101.1683	11.3576 **	0.001
EROR	12	106.8906	8.9075		
TOTAL	15	410.3957			

**C.V= 25.59 %**

**Cuadro 7. Comparación de medias de los tratamientos de la variable: peso de raíz en seco.**

TRATAMIENTO	MEDIAS
4	17.8575 A
3	12.1175 B
2	11.0925 B
1	5.5825 C

Nivel de significancia= 0.05

DMS= 4.5986

**Cuadro 8. Tratamientos y repeticiones del grado de pudrición de raíz de chile serrano.**

N° TRAT.	REPETICIONES				SUMATORIA	MEDIA
<b>1</b>	4	3	4	3	14	3.50
<b>2</b>	4	4	3	4	15	3.75
<b>3</b>	3	4	3	4	14	3.50
<b>4</b>	0	0	0	0	00	0.00

T1= *Fusarium solani*

T2= *Rhizoctonia solani*

T3= *F. solani* + *R. solani*

T4= Testigo

**Cuadro 9. Análisis de varianza de la variable: Grado de pudrición de raíz.**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>	<b>P F</b>
<b>TRAT.</b>	3	38.687500	12.895833	56.2727 **	0.000000
<b>ERROR</b>	12	2.750000	0.229167		
<b>TOTAL</b>	15	41.437500			

**C.V= 17.81**

**Cuadro 10. Comparación de medias de los tratamientos de la variable: grado de pudrición de raíz.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
1	3.50 A
2	3.75 A
3	3.50 A
4	0.00 B

Nivel de significancia= 0.05

DMS= 0.7376