

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE
(*Capsicum annuum* L.) OCASIONADA POR *Rhizoctonia solani* Kühn

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA

ALFONSO CANO HERNÁNDEZ



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

CHAPINGO, MÉX., DICIEMBRE DE 2002.



BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

Bib. 98420

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE
(*Capsicum annuum* L.) OCASIONADA POR *Rhizoctonia solani* Kühn

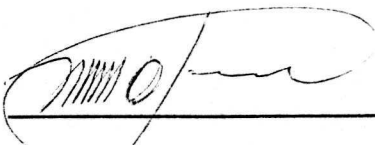
Tesis realizada por Alfonso Cano Hernández bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por si mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:

DR. CECILIO MENDOZA ZAMORA (q.d.p)

CO-DIRECTOR:



DR. NAHUM MARBAN-MENDOZA

ASESOR:



M.C. BERTHA TLAPAL BOLAÑOS

ASESOR:



M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

A-40404

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por haber participado con recursos para poder realizar esta Maestría en Protección Vegetal

A la Universidad Autónoma Chapingo y en especial al Departamento de Parasitología Agrícola por ser el alma de mi formación profesional.

Al Dr. Cecilio Mendoza Zamora por su valioso apoyo, sugerencias y toda la paciencia brindada en la dirección y asesoría de esta investigación.

A la M. C. Bertha Tlapal Bolaños su valiosa ayuda brindada y por las acertadas sugerencias en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Nahum Marban Mendoza por su gran apoyo y comentarios hechos en la revisión del presente trabajo.

Al M. C. Antonio Segura Miranda por su gran apoyo y comentarios hechos en la revisión del presente trabajo.

DEDICATORIA.

Con infinito amor dedico esta tesis:

A MIS PADRES:

L. Salvador Cano Gallegos
Leonor Hernández de Cano.

Gracias por su cariño, comprensión brindada y ser mis guías en la vida.

Con amor respeto y admiración.

A MIS HERMANOS:

Roberto
René
Víctor

Por su apoyo y motivación

A MI ESPOSA:

María de la Luz

Por ser la motivación, inspiración, por brindarme su amor estando siempre a mi lado durante cada momento en la realización de este proyecto.

A la nueva fuente de luz y energía, Luis Fernando.

A todos los que de alguna u otra forma estuvieron conmigo.

Datos Biográficos

El autor de la presente investigación nació en Texcoco, Edo. de México, realizó sus estudios básicos en Vicente Riva Palacio, Tex., Méx. Es Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola, egresado de la Universidad Autónoma Chapingo. Se desempeña actualmente como Coordinador Nacional de las Campañas: Manejo Fitosanitario del Aguacatero, contra el Carbón Parcial del Trigo y contra la Broca del Café, en la Dirección General de Sanidad Vegetal.

C O N T E N I D O

	Pag.
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. El cultivo del chile.....	6
2.2. Principales enfermedades de la raíz.....	8
2.2.1. Pudrición del cuello, ahogamiento o Damping-off (<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.).....	8
2.2.1.1. Importancia y distribución.....	8
2.2.1.2. Características del hongo.....	9
2.2.1.3. Síntomas de la enfermedad.....	10
2.2.1.4. Ciclo de la enfermedad.....	11
2.2.2. Marchitez del chile (<i>Phytophthora capsici</i> Leo.).....	13
2.2.2.1. Importancia y distribución.....	13
2.2.2.2. Características del patógeno.....	14

2.2.2.3. Síntomas de la enfermedad.....	14
2.2.2.4. Ciclo de la enfermedad.....	16
2.2.3. Marchitez ó pudrición seca (<i>Fusarium. Oxysporum</i> , f. sp <i>capsici</i>).....	17
2.2.3.1. Importancia y distribución.....	17
2.2.3.2. Características del patógeno.....	18
2.2.3.3. Síntomas de la enfermedad.....	19
2.2.3.4. Ciclo de la enfermedad.....	21
2.2.4. Métodos utilizados para el control de enfermedades.....	23
2.2.4.1. Control cultural.....	23
2.2.4.2. Control biológico.....	25
2.2.4.2.1. Empleo de micoparasitos.....	26
2.2.4.2.2. Relación micorriza hospedante.....	30
2.2.4.2.3. Efecto de la materia orgánica sobre las enfermedades.....	32
2.2.4.2.4. Incorporación de abonos orgánicos.....	34
2.2.4.2.5. Composición química del estiércol.....	35
2.2.4.3. Control químico.....	37
III. MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1. Ubicación de la fase de campo y laboratorio.....	40
3.2. Variedad utilizada.....	41
3.3. Establecimiento del almácigo y aplicación de los tratamientos	41

3.4. Diseño experimental.....	43
3.5. Variables evaluadas.....	44
3.5.1. Cuantificación del número de propagulos de <i>Rhizoctonia solani</i> en las parcelas grandes.....	44
3.5.2. Incidencia de la enfermedad.....	45
3.5.3. Altura de plantas.....	45
3.5.4. Temperatura del suelo.....	46
3.6. Análisis de datos.....	46
3.7. Manejo del cultivo.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1. Número de propagulos de <i>R. solani</i> en las parcelas grandes..	49
4.2. Incidencia de la enfermedad.....	51
4.3. Evaluación de la altura de plantas.....	56
4.4. Evaluación de la temperatura del suelo.....	63
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. LITERATURA CITADA.....	67
VII. APENDICE.....	79

LISTA DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo de <i>Rhizoctonia solani</i> . Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	50
Cuadro 2. Distribución espacial de la enfermedad en 5 fechas de evaluación y el total en el cultivo del chile. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	52
Cuadro 3. Comparación de medias del número de plantas muertas de chile “Ancho Miahuateco” de la interacción tratamientos/subtratamientos evaluados, a los 7, 28, 56, 70 y 91 días después de la incorporación del transplante (ddt). Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	53
Cuadro 4. Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (absoluta) de chile “Ancho Miahuateco” de la interacción tratamientos-subtratamientos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	54

Cuadro 5. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados, a los 35 días después de la incorporación de estiércol (ddi). Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	56
Cuadro 6. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 49 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	58
Cuadro 7. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 84 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	59
Cuadro 8. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 98 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	60
Cuadro 9. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 119 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	61

Cuadro 10. Análisis químico del suelo 35 días después de la incorporación de modificadores orgánicos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	63
Cuadro 11. Comparación de medias de temperaturas del suelo de los tratamientos en la primera evaluación. Santa Rosa. Tecamachalco, Puebla. 2001.....	65

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Curvas del progreso de la enfermedad de chile “Ancho Miahuateco” de la interacción tratamientos-subtratamientos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.....	54
Figura 2. Curvas del progreso de la enfermedad de chile “Ancho Miahuateco” en tres parcelas; a) Estiércol vacuno, b) Sin estiércol, c) Gallinaza y su interacción. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla, 2001.....	55

RESUMEN

Alfonso Cano Hernández

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE
(*Capsicum annuum* L.) OCASIONADA POR *Rhizoctonia solani* Kühn.

Diciembre del 2002

Para conocer la distribución espacial y alternativas para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn. en Chile, se evaluó diferentes tratamientos en campo bajo un diseño de parcelas divididas. En todo el terreno se incorporaron residuos de col y avena. Este terreno se dividió en tres bloques; en uno se incorporó estiércol vacuno (EV), en otro gallinaza (GZ) y en otro no hubo aplicación. En cada bloque se aplicó también cuatro subtratamientos consistentes en fungicida, micorrizas, micoparásitos y testigo experimental. Los parámetros evaluados fueron número de propágulos del hongo, disposición espacial de la enfermedad, altura de plantas y temperatura del suelo. El tratamiento GZ disminuyó el número de propágulos del patógeno. Con EV, la distribución de la enfermedad sobre el terreno fue regular y no de contagio. La GZ y EV incrementaron altura total de las plantas. La aplicación de GZ disminuyó número de propágulos pero no la severidad de la enfermedad. No hubo diferencias significativas entre subtratamientos.

PALABRAS CLAVE: Chile, *Rhizoctonia solani*, estiércol, gallinaza, enfermedad.

ABSTRACT

Alfonso Cano Hernández

ALTERNATIVES FOR THE MANAGEMENT OF ROOT ROT IN CHILLI PEPPERS (*Capsicum annuum* L.) CAUSED BY *Rhizoctonia solani* Kühn.

December 2002

To determine the spatial distribution and identify alternatives for the control of *Rhizoctonia solani* Kühn in chilli pepper, different treatments were evaluated in the field under a divided plot design. In the entire plot cabbage and oat crop residues were incorporated. The plot was divided into three blocks; in one cattle manure was incorporated, in another chicken manure, and in the third there was no application. In each block four treatments were also applied: fungicide, mycorrhizae, mycoparasites and experimental witness. Evaluated parameters were number of fungus propagules, spatial distribution of the disease, plant height, and soil temperature. Chicken manure reduced the number of pathogen propagules. With cattle manure, the distribution of the disease over the plot was regular and non-contagious. Both manures increased total plant height. Chicken manure reduced the number of propagules, but not the severity of the disease. There were no significant differences among treatments.

Key words: Chilli pepper, *Rhizoctonia solani* Kühn., manure, chicken manure disease.

I. INTRODUCCION

El chile es uno de los cultivos hortícolas que tiene una larga tradición cultural en México así como uno de los más importantes pues aquí se consume en mayor cantidad que en ningún otro país, debido a que interviene en la dieta diaria del pueblo en diferentes formas, ya sea como chile verde, chile seco, chile en polvo, chiles en conserva, como condimento en forma de salsas, como platillo principal y en muchas otras formas.

Hay restos arqueológicos de este cultivo del Valle de Tehuacán, Pue., fechados entre 7000 y 5000 A.C. (SAG, 1966; SARH, 1984). El género *Capsicum annuum* L., se cultivó de manera extensa desde la época precolombina; durante los siglos XV y XVI fue llevada a Europa, Africa y Asia por los colonizadores españoles y portugueses (CATIE, 1993).

El chile tiene una larga tradición cultural en México. La dieta azteca se basaba en maíz, frijol, amaranto y chía, utilizando como especias básicas el tomate, chile y cacao, aunque también tenían importancia otras como el epazote y el cilantro.

El chile estaba presente en la mayoría de los platos de la cocina azteca. Así, este fruto intervenía en una gran diversidad de platillos lo cual continua en la actualidad (Nuez *et al.*, 1996).

En nuestro país el chile se cultiva durante todo el año, ya que las condiciones climatológicas tan variadas permiten su producción en diferentes regiones y distintas épocas del año. Por otra parte, el hecho de que se conserve fácilmente durante largo tiempo preparado de diferentes maneras, hace posible que se le encuentre siempre en el mercado. Existe una gran variación de tipos de chile en México, tanto por lo que se refiere a la forma, tamaño y color del fruto, como a las características de la planta y a su poder de adaptación al medio. En algunos casos se conoce por un mismo nombre a un grupo de variedades o tipos de chile cuyas características de fruto son similares; otras veces un mismo tipo de chile recibe nombres diferentes de acuerdo con la región. Durante muchos años se han cultivado en México un gran número de tipos de chile a los cuales, por las características del fruto, el lugar donde se cultivan u otras razones se les ha dado un nombre que se ha ido conservando a través de los años, de tal manera que en la actualidad estos tipos de chile se conocen como variedades.

La especie de este cultivo más importante en nuestro país es *Capsicum annuum* con varios tipos; como son Ancho, Jalapeño, Guajillo, Cascabel, Mulato, Pasilla y Serrano (Díaz, 1957; SAG, 1966)

En el año 2001, en nuestro país la superficie sembrada con este cultivo fue de 155,504.67 hectáreas, de las variedades de chile habanero, jalapeño, manzano, mirasol, morron, peron, poblano, chile verde, chile seco, tabaquero (seco), chile verde orgánico, chile para semilla y chile verde serrano. Los principales Estados productores de nuestro país son Zacatecas, Sinaloa, Sonora, San Luis Potosí, Guanajuato, Chihuahua y Campeche. En ese mismo año se cosecharon en nuestro país alrededor de 148,068.35 ha; de las cuales sólo el 37.49% se estima que se utiliza para consumirse como chile seco. Así mismo, el valor de la producción que este cultivo representó fue de 6,901,611,972.84 pesos (SAGARPA, 2002).

La superficie sembrada de cultivo de chile (*C. annuum*) durante el ciclo agrícola 2001, en el estado de Puebla, alcanzó un total de 3,107 hectáreas, con una producción de 8.360.7 ton. (INEGI, 2001).

El cultivo del chile presenta bajos rendimientos debidos a diferentes problemas dentro de los cuales se mencionan a continuación algunos de los principales.

En las siembras comerciales del cultivo de chile en el país se observan diferencias tecnológicas muy contrastantes; desde las altamente tecnificadas y sofisticadas de las regiones de Sinaloa y Sonora, hasta las de tecnología

rudimentaria ó tradicional de algunas regiones de Veracruz, La huasteca Hidalguense y la Península de Yucatán.

Los cultivares nativos usados en las siembras comerciales de chiles picantes son de bajo rendimiento y de mala calidad debido a la mezcla de subtipos, variación morfológica y diversidad de formas de fruto, lo cual demerita la aceptación comercial e industrial del producto.

Entre las principales enfermedades que afectan al cultivo en cuestión se encuentran la marchitez del chile (*Phytophthora capsici* Leo.) y/o la pudrición del cuello o marchitez (*Rhizoctonia solani* Kühn), en donde comúnmente se confunden los síntomas con la marchitez causada por *P. capsici* debido a la similitud en los daños por lo cual no esta bien definida su distribución e importancia; sin embargo, se ha identificado en los Estados de Morelos, México y Guanajuato, además de otras como la marchitez ó pudrición seca (*Fusarium oxysporum*, f. sp. *capsici*) entre las importantes (SARH, 1984: SARH, 1992).

La práctica del manejo de las enfermedades implica el uso de recursos que, por lo general, son escasos, y los agricultores no aceptan, ni ponen en práctica nuevas tecnologías sólo porque sean estadísticamente superiores a las prácticas convencionales, debido a esto los fitoproteccionistas se han visto en la necesidad de tomar en cuenta varios factores como son socioeconómicos y ecológicos, enfatizando en los últimos años en la filosofía denominada Manejo

Integrado de Plagas (MIP) que se puede definir como la selección y aplicación de prácticas de control de plagas, basadas en consecuencias predecibles de tipo económico, ecológico y sociológico (Nuez *et al.*, 1996).

Considerando lo anterior, se llevó a cabo el presente estudio con los siguientes objetivos:

1. Comparar el desarrollo epidemiológico de la enfermedad en las diferentes interacciones de los tratamientos y subtratamientos.
2. Evaluar el efecto de la aplicación de micorrizas y micoparasitos a plántulas de chile en el comportamiento de la enfermedad.
3. Evaluar el efecto del estiércol vacuno y gallinaza aplicados antes del transplante del cultivo, en el comportamiento de *Rhizoctonia solani*.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. El cultivo del Chile

El chile fue cultivado y usado como planta alimenticia en el Continente Americano desde mucho siglos antes de la llegada de los españoles (Boswell, 1937). Todas las especies cultivadas alrededor del mundo fueron distribuidas de este continente, de acuerdo a la información que reportan los primeros exploradores de la América tropical, se sabe que el chile fue cultivado extensamente en el nuevo mundo y constituyó un alimento importante en la dieta de los nativos (Erwin, 1929).

Después de la llegada de los españoles a América el cultivo del chile fue distribuido en todo el mundo y actualmente es un cultivo con distribución y uso mundial. Aunque se usa ampliamente como hortaliza fresca, cierto porcentaje es utilizado como especie y complemento, debido a su principio picante, la capsicina, la cual se localiza en la placenta de los frutos. En los últimos años se le han encontrado usos industriales (SAG, 1966).

En México todas las especies de *Capsicum* se conocen con el nombre de chile, cuya palabra se deriva del término "chilli". En algunos otros países de América Latina el chile picante es conocido con el nombre de "ají" y el chile dulce se le denomina pimienta, este nombre puede causar confusión, ya que existe una variedad de chile dulce que recibe el nombre específico de pimienta (Nuez *et al.*, 1996; SAG, 1966).

El chile pertenece a la familia Solanaceae y al género *Capsicum*, según fue instituido por Tournefort en 1700, y más tarde en 1742, confirmado por Linneo en su *Genera Plantarum*. A la misma familia pertenecen otras plantas importantes en la alimentación como el jitomate, la papa, el tomate de cáscara, y la berenjena (SAG, 1966).

La gran variación de tipos de chile ha traído como consecuencia similar confusión en lo referente a su taxonomía. Linneo describió dos especies: *Capsicum annuum* y *C. frutescens*, basándose principalmente en el carácter de duración de su ciclo vegetativo, considerando a las formas o tipos de *C. annuum* como anuales, y a las *C. frutescens* como perennes. Sin embargo, esto solo es cierto bajo determinadas condiciones ya que todos los tipos de chiles se comportan como perennes si las condiciones climatológicas son favorables para su desarrollo durante todo el año, como en los trópicos, y todos se comportan como anuales en regiones donde el invierno es frío y las bajas temperaturas o las heladas perjudican a las plantas (SAG, 1966).

2.2. Principales enfermedades de la raíz

Dentro de los diversos problemas fitosanitarios, que afectan al cultivo del chile en México destacan las virosis y las enfermedades fungosas que ocasionan marchitez de las plantas. En lo que se refiere a enfermedades fungosas que afectan la raíz del cultivo del chile se encuentra la denominada pudrición del cuello, ahogamiento o Damping-off ocasionadas por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, la marchitez del chile cuyo agente causal es *Phytophthora capsici* L. y la marchitez ó pudrición seca ocasionada por *Fusarium oxysporum*, f.sp *capsici* las cuales se describen a continuación.

2.2.1. Pudrición del cuello, Ahogamiento o Damping-off (*Rhizoctonia solani* Kühn.)

2.2.1.1. Importancia y distribución

Este patógeno fue descubierto por Kühn en el año 1858 en Alemania, posterior a esa fecha fue encontrado afectando a la papa en el continente Europeo, y fue hasta el año de 1901 cuando se encontró afectando al mismo cultivo en América (Rich, 1983). Es un habitante del suelo presente en plantas de todo tipo o taxonómicamente diferentes como son arboles forestales, ornamentales, malezas, cultivos hortícolas, entre otros muchos hospedantes.

En los que puede producir síntomas de ahogamiento, canchros, pudrición de la corona, atacar plántulas ocasionando pudriciones o plantas adultas, etc. (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; Romero, 1994; SARH, 1993, 1982).

Se encuentra distribuido en todo el mundo incluyendo suelos agrícolas, presentando diferentes niveles de infestación. Se ha identificado en los estados de Aguascalientes, Morelos, México, Guanajuato y Quintana Roo entre otros (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; Romero, 1994; SARH, 1983, 1982).

2.2.1.2. Características del hongo

Este hongo es el anamorfo de *Thanatephorus cucumeris*, no produce conidios, el estado micelial y esclerocial (agregación de cordones miceliales) es usualmente conocido como *Rhizoctonia solani* Kühn., (O'Brien y Rich, citados por Mendoza, 1993), el micelio es incoloro y cuando envejece se torna café, es característica su ramificación en ángulo recto de 90° y constricciones o septas muy marcadas ubicadas a 10µ del punto de unión de las ramas, la ramificación se origina subterminalmente a donde termina la septa (Mendoza, 1996; Romero, 1994; SARH, 1992; Hall, 1991).

Rhizoctonia es clasificado en grupos de anastomosis (AG) y más específicamente en grupos intraespecíficos (ISGs) tomando en cuenta el grupo

de anastomosis, características morfológicas y patológicas del hongo. Alexopoulos *et al.*, (1996) menciona que existen alrededor de 25 (ISGs) de *R. solani* los cuales se encuentran basados y descritos en base a pruebas serológicas, en análisis de los ácidos grasos, estudios de electroforesis de proteínas y mas recientemente por el estudio y la secuencia de bases de DNA (Alexopoulos *et al.*, 1996; Sneh *et al.*, 1991).

2.2.1.3. Síntomas de la enfermedad

En condiciones favorables el ahogamiento es quizá el síntoma más común que ocasiona *Rhizoctonia* atacando a plántulas antes de que emerjan o poco después de la emergencia. Se presenta principalmente en suelos fríos y húmedos. Las lesiones son hundidas de tamaño variable, con coloraciones de café canela a café rojizo. Las áreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando los tejidos atacados son grandes, si las condiciones son favorables el largo ancho de las lesiones (que adquieren un aspecto hundido) aumenta hasta que al final rodean todo el tallo y la planta puede morir. Al dañar plantas adultas puede ocasionar el síntoma típico de “damping-off”, ahogamiento y marchitez de la planta debido al daño ocasionado en raíces y tallos de las plantas, los síntomas ocasionados por este patógeno en su inicio pueden observarse en las raíces y el hipocótilo como pequeñas lesiones alargadas y cafés o rojizas hundidas las cuales con el tiempo se extienden hasta convertirse en canchales,

los cuales al coaleser rodean el hipocótilo ocasionando una muerte preemergente (Hall, 1991).

En plantas de más de 15 cm de altura ocasiona marchitez, en las raíces se puede observar áreas necróticas que varían en tamaño de acuerdo al desarrollo de la enfermedad. Mientras que en la parte aérea se observa una clorosis, marchitez y por último la muerte de la planta, estos síntomas son más visibles después de la floración. Se puede diferenciar la marchitez ocasionada por *P. capsici* de la marchitez por *Rhizoctonia* ya que este ultimo patógeno provoca una pudrición no compacta, por lo que la epidermis se desprende fácilmente (Romero, 1994; Agrios, 1999; Mendoza, 1996; Mendoza, 1993; SARH, 1993).

El síntoma de marchitez del chile podría ser inducido por este fitopatógeno y fácilmente confundido con el inducido por *Phytophthora. capsici*, así en el suroeste de Brasil se encontraron perdidas considerables en el cultivo del chile inducidas por *R. solani* (Almeida, 1980).

2.2.1.4. Ciclo de la enfermedad

La temperatura óptima para que el hongo produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18 °C, o mayores dependiendo de los grupos de

anastomosis que se encuentren atacando. Elías (1997) menciona que el grupo de AG 4 fue aislado de plantas de chile, también puede ocasionar daños desde los 9 hasta los 24°C; sin embargo, estos daños ya no son de mucha importancia. Así mismo, requiere de una humedad en el suelo superior al 94% para ocasionar sus daños (Carling y Leiner, 1990).

R. solani puede ocasionar daños en preemergencia al producir un ahogamiento debido a la destrucción del meristemo apical, también puede ocasionar daños en postemergencia afectando la base del tallo en donde se puede notar áreas o zonas con apariencias café o café rojizas esto debido a la obstrucción de los haces vasculares lo que impide el paso de nutrientes hacia la parte aérea de la planta lo que provoca el síntoma de marchitez, que finaliza con la muerte (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; Romero, 1994).

Este patógeno ocasionalmente produce estructuras de resistencia denominadas esclerocios, los cuales quedan adheridos a las raíces dándoles un aspecto lodoso. Estas estructuras se producen al inicio de las lluvias. *Rhizoctonia* sobrevive también en residuos de cosecha y se disemina por el movimiento del suelo.

Las pérdidas que ocasiona van desde el 20 al 50% de plantas muertas en siembra directa, además de provocar diferencias en la maduración y

reducciones en el rendimiento (Romero, 1994; Agrios, 1999; Mendoza, 1996; Mendoza, 1993).

2.2.2. Marchitez del chile (*Phytophthora capsici* Leo.)

2.2.2.1. Importancia y distribución

Este patógeno fue descrito en 1922 por Leonian atacando al genero *Capsicum* sp., Posteriormente fue reportado atacando berenjena, calabaza y pepino. En México fue encontrado por Galindo en 1956. Este patógeno destaca por su amplia distribución en áreas productoras de chile, especialmente en zonas de riego, además de atacar una gran variedad de hortalizas tales como berenjena, cucurbitáceas (calabaza, pepino, sandia, melón), jitomate y fresa; este Oomyceto causante de la marchitez del chile, ocasiona pérdidas del 10 al 30 % y en algunas regiones como El Bajío, Aguascalientes y Puebla las pérdidas pueden llegar hasta el 100 % cuando las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo como son alta humedad del suelo y temperaturas frescas, presentándose por lo general durante la etapa de floración y fructificación, lo cual coincide con la época en que se presentan con mayor frecuencia e intensidad las lluvias, también esta reportado en los estados de Hidalgo, Morelos, México, Michoacán, Guanajuato, Quintana Roo, San Luis

Potosí, Nayarit, Jalisco, Veracruz y Puebla (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; Mendoza, 1992; SARH, 1980, 1982, 1983; Rodríguez, 1972).

2.2.2.2. Características del patógeno

Phytophthora capsici, Leo., es una especie heterotálica, se caracteriza por producir micelio cenocítico, forma esporangióforos con ramificación irregular, esporangios deciduos de forma variable (elípticos, globosos, alimonados, subesféricos, piriformes o de forma irregular) con una o dos papilas bien desarrolladas, de 55.6-62.8 μ de largo por 34.1-38.8 μ de ancho; Oogonios esféricos, terminales; Anteridios claviformes, terminales, anfiginos; Oosporas lisas, apleróticas. En medio de cultivo esporulan a temperaturas de 25-28 °C y las zoosporas son liberadas a temperatura ambiente, no obstante existen algunos aislamientos en donde estas son liberadas a 4°C (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; Mendoza, 1992).

2.2.2.3. Síntomas de la enfermedad

Los síntomas característicos pueden presentarse en cualquier parte de la planta y estado de crecimiento del chile, comienzan con una pudrición del cuello de la raíz o base del tallo, caracterizada por un necrosamiento muy marcado el

cual se extiende del suelo hacia arriba debido al bloqueo de los haces vasculares, para posteriormente presentar una marchitez muy leve de la planta y después de 3 a 4 días, se marchita completamente, al realizar un corte se nota una coloración café oscura (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; 1992).

Debido al salpique de suelo a la parte aérea de la planta por el efecto de la lluvia o riego en las hojas y en las ramas también se presentan lesiones de color café oscuro llegando a ocasionar la muerte de las ramas y en las hojas formar áreas circulares o irregulares de coloraciones verde oscuras, acuosas las cuales al secarse se tornan de color castaño claro (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; 1992).

En los frutos las infecciones inician como puntos acuosos y verde oscuros que al desarrollarse pueden llegar a cubrir en poco tiempo por completo al fruto ocasionando que estos se vuelvan flácidos y se arrugan. 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 oscuro que cubre las semillas podridas. En plántulas, puede causar Damping-off, después la 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 seca, los síntomas en cuello y raíz y la apariencia general pueden confundirse con el ataque de *Rhizoctonia solani*, pero este causa una pudrición no compacta en el cuello y se

desprende la epidermis, mientras que *P. capsici* la pudrición es dura y no se descascara (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; 1992).

2.2.2.4. Ciclo de la enfermedad

Este patógeno puede reproducirse de manera sexual y asexual, siendo las oosporas la fuente de inóculo primario y estructura de resistencia a condiciones adversas sobrevive en el suelo hasta 5 ó 6 años en ausencia de un hospedante; estas germinan directamente con la formación de un tubo germinativo o indirectamente formando esporangios. La reproducción asexual se lleva a cabo sobre tejido afectado mediante la formación de tejidos esporangióforos ramificados de los que se desprenden los esporangios los cuales se dispersan en los terrenos cultivados por medio del viento, la lluvia o el agua de riego. Estas estructuras cuando encuentran las condiciones favorables de alta humedad en la superficie de las plantas o el suelo germinan expulsando zoosporas móviles biflageladas que al entrar en contacto con raíces o tejido de las plantas penetran iniciando su infección (Tlapal, 2000. Mendoza, 1996). El micelio es una fuente importante de inóculo secundario. La enfermedad se presenta generalmente después del trasplante y cuando las lluvias y el mal drenaje permiten su desarrollo. El marchitamiento se debe a una secreción de toxinas del hongo y el taponamiento de los vasos conductores ocasionando la muerte de las plantas a los pocos días de haber iniciado la infección (Galindo,

1990., Ristaino *et al.*, 1997). Las lesiones de las ramas y las hojas son debidas al salpique del agua de lluvia (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; 1992). El micelio permanece en frutos infectados durante el ciclo de cultivos o en suelo húmedo durante casi tres meses mientras que en la semilla sobrevive durante un mes (Ramírez, 1998).

El Oomyceto sobrevive de una estación a otra en los residuos de la cosecha, los esporangios se forman en la base del tallo, los cuales liberan zoosporas que son acarreadas por las plantas, el inóculo queda en residuos de cosecha como oosporas en las semillas atacadas o en el suelo como micelio u oosporas, que al ciclo siguiente germinan e infectan de nuevo (Tlapal, 2000; Mendoza, 1996; 1992).

2.2.3. Marchitez ó pudrición seca (*Fusarium oxysporum* f. sp *capsici*.)

2.2.3.1. Importancia y distribución

Romero (1994) menciona que sin duda alguna, *F oxysporum* es la especie del género *Fusarium* más ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura, algunos de los hospedantes de éste patógeno son los siguientes: el jitomate, la papa, el frijol, el chícharo, la cebolla, la col, el rábano, el pepino, el melón, la sandía, el plátano, el café, el tabaco, el gladiolo, el clavel, el algodón y

el lino, mientras que *Fusarium solani* incluye formas parásitas del frijol, de la papa, de la calabaza y del chícharo.

La marchitez ocasionada por este patógeno en el cultivo del chile fue registrada inicialmente en Nuevo México en el año de 1908. Apartir de esa fecha, se ha registrado el ataque de este patógeno en los estados del sureste y norte de los Estados Unidos (Sherf y Macnar, 1986). Aún cuando se han registrado daños ocasionados por este patógeno y se ha caracterizado como *F.oxysporum* f. sp. *capsici* no se cuenta con la distribución específica de esta forma especial (Black *et al.*, 1993).

2.2.3.2. Características del patógeno

Romero (1994) indica que *Fusarium oxysporum* se caracteriza por presentar conidióforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios; microconidios pequeños y elípticos e hialinos, clamidosporas de 1 a 2 células; los macroconidios son finos, alargados y puntiagudos de pared delgada, anchura máxima de 3.0 a 4.5 μ ; masa de esporas de color ocre rosa, pigmento rosa o de un púrpura violeta.

2.2.3.3. Síntomas de la enfermedad

Algunos síntomas iniciales de esta enfermedad son un ligero amarillamiento del follaje y marchitez de las hojas superiores, con el tiempo progresa ocasionando la marchitez total de la planta aunque las hojas permanecen adheridas. En las pudriciones de raíz, las raíces principales de la planta muestran al principio una mancha ligeramente rojiza, que después adquiere una tonalidad que va de rojo oscuro a pardo que se va extendiendo por la raíz principal y la porción del tallo debajo del suelo, o aparece en forma de rayas que se extienden por arriba de ella. Por lo general, el crecimiento de la planta se retarda y cuando el clima es seco las hojas pueden tornarse amarillas e incluso desprenderse de la planta. En la mayoría de los casos, las plantas infectadas decaen y mueren aunque muestren o no síntomas de marchitez (Agrios, 1999).

Black *et al.*, (1993). Indican que el síntoma más evidente en las plantas muertas es la decoloración en el sistema vascular de la base del tallo y en las raíces síntomas que pueden observarse cuando se realiza un corte longitudinal a nivel del suelo en donde se observa una coloración amarilla a marrón en los tejidos del xilema.

Yu (1944) indica que los primeros síntomas aparecen cuando las plantas están cerca al estado de floración. Las hojas al principio son de un color verde pálido, seguido de un amarillamiento ligero con lesiones negras en el margen de las hojas, especialmente en las puntas de éstas, las hojas del tercio superior de la planta está en una posición erecta, pudiendo llegar a ser más rígidas que las normales. Algunas veces la planta llega a ser íntegramente de un color amarillo y las hojas se marchitan progresivamente hacia las venas terminales; las cuales pueden llegar a ser también de un color verde amarillento, las mismas que se secan rápidamente; se retuercen tomando una textura parecida al papel, mientras tanto los tallos se tornan negros y marchitos.

La pudrición seca aparece inicialmente como lesiones o vetas rojizas en el hipocótilo y en la raíz primaria, a medida que la infección avanza las lesiones se unen, se tornan de color café y pueden extenderse hasta la superficie del suelo; las raíces primarias y laterales generalmente mueren por el ataque del hongo y permanecen adheridas como residuos secos (Sánchez, 1983). Mendoza (1992) reportó que esta enfermedad aparece en cualquier época del ciclo de la planta, pero es más frecuente durante y después de la floración.

Según Romero (1994), las plantas enfermas muestran clorosis, achaparramiento, coloración café del xilema y, lo más común marchitez, *F. oxysporum* es un excelente habitante del suelo, por lo que una vez establecido

en él, puede permanecer ahí indefinidamente. Un suelo infestado es inadecuado al cultivo si no se dispone de variedades resistentes.

2.2.3.4. Ciclo de la enfermedad

El hongo sobrevive de cinco a diez años como saprófito en la materia orgánica del suelo (Zaumeyer y Thomas, 1957). El inicio de la enfermedad es favorecido por una elevada humedad del suelo y temperaturas de 22 a 32°C (Burke, 1968). *Fusarium* tiene muy poca movilidad y se halla en suelos naturalmente infestados en forma de clamidosporas (Burke, 1965).

Burke (1968) demostró que la pudrición causada por *Fusarium* es más grave en suelos compactos, ya que por el contacto estrecho las plantas no escapan a la infección, y que en plantas de crecimiento vigoroso el hongo tiene poca influencia en el rendimiento, ya que el movimiento en el hipocótilo de partes infectadas a sanas es lento.

Según Mendoza y Pinto (1985) las condiciones que favorecen el desarrollo de ésta enfermedad son la baja humedad del suelo, los días cortos, mucho nitrógeno y poco potasio, mientras que proporciones inversas reducen la enfermedad.

Hortst y Nelsón (1975) también mencionan que los daños más severos se desarrollan de 27 a 32 °C, pero que los síntomas pueden aparecer a partir de los 21 °C. Las temperaturas arriba de los 26 °C y fertilizantes nitrogenados aumentan el desarrollo de los síntomas de marchitez por *Fusarium* (Fisher, y Townssoun, 1983).

La diseminación del patógeno está limitada principalmente al agua sobre la superficie del suelo (Burke, 1968), y ésta ocurre principalmente en forma de clamidosporas y conidios, ó bien, mediante implementos agrícolas, en residuos de haba y en estiércol; en la semilla es portado externamente en las partículas de suelo adheridas a la testa (Zaumeyer y Thomas, 1957). El patógeno se disemina por la semilla y por residuos (Mendoza, 1992).

Agrios (1999) indica que el patógeno se propaga a cortas distancias a través del agua y equipo agrícola contaminado y a grandes distancias principalmente por semillas infectadas o en el suelo que va en ellas. Es frecuente que una vez que una área ha sido infectada por el hongo se mantenga así por tiempo indefinido.

2.2.4. Métodos utilizados para el control de enfermedades

2.2.4.1. Control cultural

Diferentes autores mencionan que las practicas culturales pueden ayudar a prevenir o controlar las enfermedades; por ejemplo, la profundidad en que es sembrada la semilla puede reducir el daño ocasionado por patógenos tanto en las raíces como en el hipocótilo debido a que existe menor cantidad de tejido expuesto a estos. Así también, la rotación de cultivos y la siembra de estos cuando las condiciones de temperatura no son apropiadas para el desarrollo de la infección (Zaumeyer y Thomas 1957).

Diversas prácticas culturales contribuyen a reducir la infección producida por *R. solani*. El daño producido en las plántulas se puede minimizar sembrando a menos profundidad, de tal manera que disminuya la cantidad de tejido expuesto al inóculo, pero esto puede aumentar el volcamiento ó acame de las plantas (Manning y Crossan, 1970).

Nofal *et al.*, (1982) reportan que una aplicación foliar de microelementos como fertilizantes compensan los efectos perjudiciales de la inoculación de *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina* en haba, ya que con la infección se reduce el número de nódulos, total de hijuelos y el largo de las raíces, así como el contenido de materia seca y clorofila. El total de aminoácidos, fenoles

libres, nitrógeno y fósforo fueron reducidos pero la infección incrementó el contenido de O-dihidroxifenoles, K, Zn y Mg. Las fertilizaciones foliares incrementaron el contenido de algunos elementos químicos en plantas inoculadas, pero no tuvieron efecto sobre el Fe, Cu, y Mn. Asimismo, la mayor concentración para la aplicación foliar de fertilizante fue de 0.5 % para *Rhizoctonia solani* y 1 % para *Macrophomina phaseolina*.

Ruppel (1985) menciona que debe considerarse la secuencia de la rotación de los cultivos y la persistencia del patógeno en los residuos de cosecha, para el control de *Rhizoctonia solani* en la remolacha azucarera. Este mismo autor señala que un cultivo de cebada, sucesivo a un cultivo de remolacha infectada artificialmente con *Rhizoctonia*, no presentó evidencias de pérdidas. Para explicar esto existen 3 posibilidades: 1) los cultivos de rotación son verdaderamente no hospedantes de *R. solani* aislado de la remolacha azucarera; 2) cultivos como la cebada y maíz escapan de la infección porque son sembrados tempranamente, cuando la temperatura fresca del suelo imposibilita la actividad de *Rhizoctonia*, y se convierten, en resistentes con la madurez; 3) la persistencia saprofítica del hongo en los residuos del cultivo depende de las especies involucradas.

El efecto que ejercen los residuos de cultivos sobre la severidad de la enfermedad es otro factor a tomar en cuenta para decidir los cultivos que podemos establecer en una rotación. Otra alternativa a la rotación de cultivos es

la incorporación de materia orgánica, o incorporación de residuos de cosecha seleccionados (Papavizas *et al.*, 1975).

Romero (1994) menciona que para reducir los daños por *R. solani* debe atenderse a la selección del suelo con buen drenaje, erradicación de malezas, rotación de cultivos, incluyendo pastos y cereales, fechas de siembra, evadiendo el tiempo frío y húmedo que favorece al patógeno.

De manera general, no debe cultivarse en tierras húmedas y muy poco drenadas, y las semillas deben sembrarse en camas elevadas y, en suelos que presenten las condiciones más adecuadas a fin de permitir que las plántulas se desarrollen con mayor rapidez. Debe haber espacios amplios entre las plantas para que se permita una buena aireación de la superficie del suelo y de las plantas (Agrios, 1999).

2.2.4.2. Control biológico

Los métodos de control biológico ayudan a mejorar la resistencia del hospedante o favorecen el crecimiento de microorganismos los que provocan la destrucción total ó parcial de las poblaciones de fitopatógenos; evento que ocurre frecuentemente en forma natural.

2.2.4.2.1. Empleo de micoparasitos

Agrios (1999) menciona que el micelio y los esclerocios de *Rhizoctonia* son invadidos y parasitados (Micoparacitismo) o bien lisados (Micolisis) por otros hongos que por regla general no son fitopatógenos. Entre estos organismos podemos encontrar a algunos oomycetes, chytridiomycetes e hyphomycetes, y algunas bacterias del genero *Pseudomonas* y actinomicetes, los cuales infectan a las esporas de resistencia de varios hongos. Entre los micoparásitos más comunes destacan *Trichoderma* sp; principalmente *T. harzianum*, que se ha demostrado que inhibe el crecimiento del micelio de *Rhizoctonia solani*, así como el crecimiento de muchos otros hongos como *Pythium* y *Fusarium* entre los mas importantes, reduciendo así la magnitud de las enfermedades causadas por estos patógenos (Agrios, 1999).

Otros hongos micoparásitos comunes son *Laetisaria arvaris* (*Corticium* sp.), único parásito y antagonista de *Rhizoctonia* y *Pythium*; asimismo, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Gliocladium virens* y *Coniothirium minitans* son parásitos y antagonistas destructores de *Sclerotinia sclerotiorum* y controlan eficazmente varias de las enfermedades que causa *Sclerotinia*. Los mecanismos por los que los microorganismos antagonistas afectan a las poblaciones de fitopatógenos no siempre son claros, pero en general se atribuyen a uno de los siguientes cuatro efectos:

- 1.- Parasitismo directo y muerte del patógeno,
- 2.-Competencia con el patógeno por el alimento.
- 3.-Efectos tóxicos directos sobre el patógeno por medio de sustancias antibióticas liberadas por el antagonista,
- 4.-Efectos tóxicos indirectos sobre el patógeno por sustancias volátiles, como el etileno, liberadas por las actividades metabólicas del organismo antagonista.

Muchos de los microorganismos antagonistas mencionados en los párrafos anteriores existen naturalmente en los suelos agrícolas y ejercen cierto grado de control biológico sobre uno o muchos fitopatógenos. Aún así, el hombre a hecho intentos por aumentar la efectividad de los antagonistas ya sea introduciendo poblaciones nuevas de (Hongos, Virus y Bacterias) antagonistas y mas prolíficas (Agrios, 1999).

El impacto de los actinomycetes según Andrade (1982), es un factor muy importante en el manejo de enfermedades radicales así como en el desarrollo de estos patógenos, y que estos organismos son unicelulares, producen micelio ramificado, muy parecido al que producen los hongos, pero al encontrarse en un medio liquido estos pueden comportarse como bacterias y covertirse en los principales productores de antibióticos, tal es el caso de genero *Streptomyces* sp.

Por otro lado Alexander (1980), indica que para los Actinomycetes la materia orgánica, el pH, la humedad y la temperatura son los principales determinantes ecológicos para que estos organismos se presenten de manera abundante en el suelo. La relación de nutrientes orgánicos como los derivados proteicos, restos de cultivo y estiércol animal aumenta la abundancia de estos.

Para el control de los patógenos que causan Damping-off, Neweigy *et al.*, (1982) recomiendan el tratamiento de semilla con antagonistas previamente detectados, como *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.* y *Trichoderma sp.* Obtenidos de las rizosferas de la planta de haba.

Otros estudios realizados en Egipto por Mohamed (1982) mostraron a *Streptomyces spp.* como inhibidor del crecimiento de *R. solani* y *Fusarium spp.* ya que la aplicación de la estreptomicina más potente en el suelo reduce la incidencia de marchitez y pudrición de raíz causadas por *Fusarium oxysporum* y *Streptomyces rolfsii* en haba.

Elad *et al.* (1981) reportan que el cultivo de *Trichoderma harzianum* en salvado de trigo se utilizó para el control de *R. solani* en clavel en campo, tratado con bromuro de metilo; se obtuvo una correlación lineal entre el porcentaje de preparación de *T. harzianum* aplicado al suelo y el grado de control de la enfermedad. La incidencia de la enfermedad se redujo en 70 % cuando la preparación de *T. harzianum* se aplicó a 150 g (peso seco)/m² *T.*

harzianum tuvo mejor control de la enfermedad cuando se aplicó y estableció en la mezcla de enraizamiento antes de transplantarse en el campo.

Otro trabajo realizado por Marshall (1982), el cual consistió en acidificar el suelo a un pH de 3.5 - 5.6 e infestar con *R. solani* a concentraciones de 0.1, 0.5 y 1.0 g/Kg. de suelo. La semilla de frijol se cubrió con conidios de *Trichoderma harzianum* y se sembró en el suelo acidificado e infestado. La incidencia de la enfermedad se redujo en 32 % en el suelo con pH de 3.5 comparado con el pH de 5.6, y en 65 % cuando las semillas se trataron con conidios de *T. harzianum* comparado con las semillas no tratadas. El incremento de damping-off fue mayor cuando el rango del inóculo de *R. solani* fue de 0 a 0.1 que de 0.1 a 1.0 g/Kg. de suelo. Los resultados sugirieron que en la semilla de frijol tratada con *T. harzianum* se redujo la incidencia de *R. solani* en suelos acidificados.

Lifshitz *et al.* (1985) indican que los tratamientos a la semilla de rábano con suspensiones conidiales de *T. harzianum* fueron efectivos en la reducción de la incidencia de la enfermedad. Por otro lado, al mezclar los conidios en el suelo no se controló a *R. solani*. Y de la misma manera Chet *et al.*, (1982) exponen que cubriendo bulbos de iris, con una preparación de *Trichoderma harzianum* se obtuvo una alta efectividad en la reducción de la incidencia de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium roffsi* bajo condiciones de invernadero.

Jager y Velvis (1986) probaron en campo tres aislamientos de *Verticillium biguttatum* y obtuvieron una reducción en la cantidad de esclerocios de *R. solani* formados sobre tubérculos de papa. En un experimento en laboratorio y en campo con tubérculos de papa en almacén y utilizando esclerocios de *Rhizoctonia solani*, se observó que estos fueron inactivados después de la inoculación con conidios y fragmentos de hifas de *Verticillium biguttatum*. Además, se encontró que los esclerocios sobre tubérculos infectados en fresco pueden ser muertos en un periodo de seis a ocho semanas, asegurándose que se tenga un contacto directo de los esclerocios y los conidios de *Verticillium biguttatum*, que la temperatura durante el almacenamiento sea mayor a 25 °C; pero preferentemente a 20 °C durante las primeras semanas y que la humedad relativa del aire entre los tubérculos sea menor a 96 % (Jager y Velvis, 1988).

2.2.4.2.2. Relación micorriza hospedante

Newsham *et al.*, (1995) estudiando el efecto de la presencia de micorriza *Glomus* sp, en raíces de pastos encontró que el principal beneficio aportado por la micorriza es la protección contra hongos fitopatógenos, mas que en la captación de nutrientes (fósforo), también se observó que la micorrización altera significativamente la micoflora de la rizosfera y que esta protección puede ser utilizada en otros tipos ó especies de plantas.

Las micorrizas pueden inducir un aumento en los daños de la enfermedad en forma sistémica, especialmente en partes no micorrizadas. La influencia sistémica puede deberse a la mejor nutrición, a estímulos fisiológicos y al mayor desarrollo de las plantas micorrizadas, aumentando la concentración de sustancias asimilables por las plantas, lo que ocasiona que estas puedan servir como una mejor fuente de nutrición para los fitopatógenos, pero en general, las plantas micorrizadas sufren menor daño, la incidencia de enfermedades es menor ó el desarrollo del fitopatógeno es inhibido (Schenck *et al.*, 1975). Sin embargo, Davis *et al.*, (1978) indican que el algodón micorrizado es más susceptible a la marchitez por *Verticillium*, comparado con el no micorrizado aunque el algodón tenga un mejor desarrollo.

Kjoller y Rosendahl (1996) observaron que en plantas de chícharo preinoculadas con *Glomus intraradices* el ataque ó la infección de *Aphanomyces euteiches* fue menor debido a que la actividad enzimática del patógeno se deprime cuando existe la colonización micorrizica.

La marchitez provocada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en tomate se puede reducir por la presencia de micorrizas ya que estas disminuyen la perdida de células del hospedante y aumenta el contenido de clorofila (Baltruschat y Schönbeck, 1975; Davis *et al.*, 1978).

Ross (1972), encontró que la colonización de micorrizas, en contraste con el ejemplo anterior aumentaba la incidencia y severidad de la pudrición radical de la soya causada por *Phytophthora megasperm* var. *sojae*; indicando que posiblemente esto se debió a las coartaduras que produjeron las vesículas grandes de la micorriza en la raíz de la soya.

También se ha encontrado que la incidencia y severidad de *Phytophthora cinnamomi* es mas elevada sobre plantas de aguacate micorrizadas, mientras que otras especies de *Phytophthora* que afectan a cítricos así como las que afectan a la alfalfa no son afectadas por la presencia de micorrizas (Davis, *et al*; 1978).

2.2.4.2.3. Efecto de la materia orgánica sobre las enfermedades

Respecto al efecto de la materia orgánica sobre patógenos del suelo Lewis y Papavizas (1977) indican que la descomposición de materia orgánica produce vapores que causa el rompimiento del micelio de *Rhizoctonia solani* y que en materiales orgánicos con bajas proporciones de carbono/nitrógeno se observó el mayor rompimiento del micelio. Los tejidos inmaduros de arroz, maíz, avena, sorgo, frijol, chícharo y residuos de crucíferas produjeron este efecto. Blair (1943) encontró que en ausencia de hospedantes para este patógeno los modificadores orgánicos redujeron el crecimiento de *R. solani*.

Green y Papavizas (1968) estudiaron el efecto de materia seca de alfalfa, avena y nabo en la supervivencia de microesclerocios de *Verticillium albo-atrum* (90%) y encontraron que casi se eliminó por completo la pudrición de la raíz del frijol causada por este patógeno. La reducción de la enfermedad fue atribuida al incremento de fungistásis en el suelo.

Papavizas (1968) demostró que la incorporación de residuos de alfalfa, maíz, papa, remolacha y cebada redujeron en un 70% la población de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* y lo atribuyeron al crecimiento de microorganismos antagonicos en estos residuos.

Jordan y Eddy (1972) observaron que la descomposición de harina de alfalfa y paja de cebada redujeron la pudrición de la raíz de cereales causada por *Macrophomina phaseoli* presumiblemente porque estimularon la germinación de bacterias y actinomicetos.

Lewis y Papavizas (1977) al estudiar el efecto de residuos de plantas sobre fitopatógenos (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*) encontraron que la avena (*Avena sativa*) y el centeno (*Secale cereale*) fueron efectivos para reducir la severidad de la enfermedad y que esta es debida a la acción de una fungitoxina (no fue determinada), liberada durante la descomposición de los residuos.

Ramírez y Munnecke (1988) al aplicar residuos de col (*Brassica oleraceae* var. *viridis*), mostaza (*Brassica nigra*), coliflor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*), brócoli (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) y col de Brúcelas (*Brassica oleraceae* var. *gemmifera*) a razón de 4 kg. /2.8 metros cuadrados, controlaron el daño causado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* en el cultivo de col, asimismo, observaron que el daño fue reducido moderadamente por la aplicación de paja de alfalfa y fue incrementado por la paja de trigo, gallinaza y el estiércol de novillo.

2.2.4.2.4. Incorporación de abonos orgánicos

Los abonos empleados en la explotación agrícola se agrupan en abonos orgánicos y en abonos químicos. Durante siglos la agricultura extensiva y tradicional utilizó únicamente los residuos de plantas y animales para compensar las pérdidas de nutrientes del suelo, posteriormente vinieron los abonos químicos los cuales llegaron a quintuplicar el nivel nutritivo y natural del suelo, con el transcurso del tiempo se ha comprobado que los abonos orgánicos continúan siendo indispensables, ya que estos mantienen el buen estado húmico del suelo, mejora la estructura el régimen de humedad y mantiene una actividad microbiana favorable para el control de enfermedades, sin olvidar el aporte de nutrientes siempre importante de estos abonos (Baeyens, 1970).

2.2.4.2.5. Composición química del estiércol

Resulta difícil precisar cifras de la composición del estiércol mezclado que generalmente se aplica sobre la tierra. Esto es a causa de un número de factores que entran y pueden cambiar radicalmente las cantidades y porciones de N, P_2O_5 y K_2O presentes (Buckman y Brady, 1977). Un aspecto a menudo olvidado del estiércol de las granjas, es el contenido en nutrientes secundarios y micronutrientes, con todo esto, el contenido varía ampliamente (Tisdale y Nelson, 1970).

Referente a la composición química del estiércol vacuno como del aviar (gallinaza), se tienen numerosos trabajos. Así, Baeyens (1970) señala que el estiércol vacuno contiene 0.40% de N, 0.18% de P_2O_5 y 0.45% de K_2O . Selke (1968), señala que el estiércol vacuno en sus heces contiene: 80% de agua, 18% de materia orgánica, 0.30% de N- total, 0.05% de N-soluble, 0.20% de P_2O_5 , 0.10% de K_2O y 0.10% de Ca. Respecto a la gallinaza señala 1.2 a 4.1% de N- total; 1.1 a 2.6 % de P_2O_5 ; 0.8 a 2.3% de K_2O y 2.4 a 6.8% de Ca. Así mismo, este autor señala sobre un total de 117 análisis que el contenido medio del estiércol en micronutrientes es de 43.8 y 217.8 ppm de Mn; así mismo, de 16.4 y 82.1 ppm de Zn en estiércol fresco y desecado despectivamente.

Tisdale y Nelson (1970) indican que la gallinaza contiene, expresados en kg/ toneladas, de 14.13 a 15.31 de N, de 3.62 a 5.61 de P y de 3.17 a 5.79 de

K; relacionado con los micronutrientes y nutrientes secundarios señalan para el estiércol de granja los siguientes contenidos en gramos por tonelada: 1087.2 a 33522 de Ca, 724.8 a 2627.4 de Mg, 13.59 a 81.54 de Zn, 4.53 a 81.54 de Mn y 36.24 a 411.29 de Fe.

Mestanza (1973) indica para gallinaza proveniente de dos zonas diferentes que, los contenidos de nutrientes variaron de 2.3 a 3.2% en N, 2.5 a 3.1% en P, 0.14 a 0.27% en K, 1.0 a 1.5% en Mg, 2.42 a 3.20% en K. En cuanto a los micronutrientes señala para Mn de 322.8 a 415.1 ppm, para Zn de 270.2 a 550.2 ppm y para Fe de 261.4 a 540.2 ppm, contenidos que el autor considera altos. Jonas (1974) en estudios con gallinaza de pH=7.5 provenientes de Tehuacán (Puebla) determinó su composición química como sigue: 2.5% de N, 1.8% de P, 0.19% de K, 0.8% de Ca, 0.04% de Mg, 0.13 ppm de Zn y 0.10 ppm de Fe.

Entre las principales propiedades del estiércol están que es un abono compuesto pero no completo, es decir, contiene todos los principales nutrientes necesarios para las plantas pero estos no están siempre en las proporciones deseadas a causa de las pérdidas de la maduración del estiércol, por lo que muchas veces es recomendable la aplicación de fertilizantes o abonos químicos (Baeyens, 1970).

Otra característica es que es un abono de acción bastante lenta, aunque prolongada esto dependerá al tiempo en que sea aplicado este abono así como al tipo de suelo (Millar, 1964).

Aunado a las características anteriores se dice que un abono orgánico es la fuente principal de CO_2 , mejora la estructura física del suelo, mejora su régimen de humedad y su poder calorífico. En relación con el pH, el estiércol empieza por basificar el suelo como consecuencia del aporte de NH_3 , pero después lo acidifica por sus ácidos húmicos (Baeyens, 1970).

2.2.4.3. Control químico

El control de la marchitez provocada por *Rhizoctonia*, cuando va en la semilla, depende del uso de semillas libres del patógeno o que hayan sido tratadas con agua caliente y compuestos químicos. Evitar el exceso de humedad, las semillas deben sembrarse a menor profundidad y cuando la temperatura del suelo sea superior a los 15 °C. Cuando sea posible (invernaderos y almácigos) deben esterilizarse los suelos con vapor, fumigar el suelo con bromuro de metilo, el humedecimiento del suelo con PCNB 75% en dosis de 8-10 gr/m, cuando se aplica en banda total ó 2.0 kg/100 litros de agua cuando se aplica a lo largo del surco ayuda a disminuir el ahogamiento. Además existen compuestos específicos tales como pencycuron, fluazinam ó el

tolclofos-metil, asperjándolos al surco antes del momento de la siembra ó al trasplante (Romero, 1994; Agrios, 1999; Mendoza, 1996; Mendoza y Pinto, 1985).

Mendoza (1992) recomienda también la aplicación de Monceren, PCNB polvo humectable o solución asperjado al suelo o al momento de la siembra, o bien hacer un tratamiento a la semilla con Arasan, PCNB u otro producto.

Jager y Velvis (1986) aplicaron pencycuron al 20 % de la dosis recomendada, obteniendo una reducción de 30 al 60 % en el índice de esclerocios.

Zimmer (1988) al aplicar los fungicidas mancozeb, captan, thiabendazol, metiram, benomyl y thiofanato-metil, sobre cuatro cultivares de papa, observó que las aplicaciones de estos productos aumentan la cantidad de tallos en los cuatro cultivares, así como la producción de estolones y que la aparición de los esclerocios en los tubérculos cosechados se redujo significativamente.

Mahr *et al.*, (1986) reportaron que en pruebas de campo hechas en plantaciones comerciales de lechuga, la Iprodiona incrementó el rendimiento en más de un 92 % y disminuyó la severidad de la enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* (pudrición de la base de la cabeza) comparada con los no tratados. Dos aplicaciones a dosis de 2.3 Kg./ha del producto comercial a la

base de las plantas y sobre las hojas a las 4 y 6 semanas después de la siembra controla la enfermedad.

Hernández *et al.*, (1992) encontraron que el flutolanil a 1.6 Kg. i.a./ha , 2 Kg. i.a./ha y 2.4 Kg. i.a./ha, así como el pencycuron a razón de 2.5 Kg. i.a./ha, fueron los fungicidas más efectivos para el control de *Rhizoctonia solani* en papa, cuando los tratamientos se aplicaron al momento de la siembra.

Quintero *et al.*, (1992) demostraron que la incidencia de *Rhizoctonia solani* fue de un 5 % en papa cuando se aplicó el fungicida PCNB 96 % a razón de 13 Kg. i.a./ha al momento de la siembra. También Quintero *et al.*, (1992) concluyeron que el Captan 50 a dosis de 1 g./litro de agua aplicado cada cuatro días, es el mejor tratamiento para el control de *Rhizoctonia solani* causante del damping-off en berenjena, mientras que Elías (1997) señala que los aislamientos de este patógeno en Chile, fueron más sensibles al fluazinam.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación de la fase de campo y laboratorio

El presente trabajo de investigación fue realizado en dos fases como se indican a continuación.

La fase de laboratorio se realizó en las instalaciones del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. La fase de campo se llevó a cabo en terrenos naturalmente infestados con *R. solani*, y en donde con anterioridad se presentaron síntomas de enfermedades radicales del chile, en el ejido de Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. Ubicado a 18° 53' 32" de Latitud Norte, 97° 44' 22" de Longitud Oeste y a una altura de 2012 msnm. Esta zona pertenece a la región hidrológica del Balsas (Río Atoyac), con aluviones areniscas y conglomerados del tercio interior basaltos del tercio superior y calizas del cretáceo inferior. El municipio de Tecamachalco representa el 0.5% de la superficie del estado y colinda al Norte con los municipios de Quecholac, Palmar de Bravo y Yehualtepec; al Sur con los municipios de Xochitlan Todosantos y Tochtepec; al Oeste con los municipios de Tochtepec y Huixcolotla. (INEGI, 2001).

3.2. Variedad utilizada

El tipo de chile utilizado para el transplante del cultivo en la fase de campo fue del tipo Ancho denominado en la región como Miahuateco el cual se siembra exclusivamente en el estado de Puebla. Son plantas parecidas a las del chile Ancho; sin embargo, sus frutos son más angostos, largos y picantes. En contraste con el chile Mulato, este tipo se utiliza casi exclusivamente como chile verde, preferentemente para preparar chiles rellenos o en rajas (SARH, 1984).

Las plantas miden de 70 a 75 cm de altura. Los frutos son más picantes, más angostos y un poco más largos que el criollo "Poblano". Son de color verde claro cuando están sazones, y rojos o café al madurar. La madures después del transplante para consumo en verde se presenta en el periodo comprendido entre los 125 a 135 días, y para deshidratado entre los 145 a 150 días posteriores al transplante (SARH, 1983).

3.3. Establecimiento del almácigo y aplicación de los tratamientos

El almácigo se estableció a finales del mes enero en el invernadero. Se seleccionó semilla de chile Ancho Miahuateco en charolas de poliestireno de

200 cavidades, con suelo pasteurizado. Para cada tratamiento del experimento se utilizaron 9 charolas.

Los subtratamientos evaluados en el experimento fueron 1) Testigo experimental; 2) Fluazinam (tratamiento comercial); 3) Micorrizas (*Glomus* sp.) y 4) Micoparásitos. Los subtratamientos 3 y 4 se aplicaron desde el almácigo, a las charolas destinadas para el tratamiento de micorrizas, se adicionó 5 g de *Glomus* sp. En charolas destinadas para el tratamiento de micoparásitos, se agregó a cada cavidad 5 g de inóculo de la mezcla micoparásitos pertenecientes a 5 géneros: *Trichoderma* spp. (3 cepas: R40, R41 y R44, posiblemente diferente especie), *Gliocladium* spp. (2 cepas: R30 y G53, posiblemente diferente especie), *Fusarium* sp. (3 cepas: F63, F70 y F74), *Penicillium* sp. (cepa R77), *Mucor* sp. (cepas: R62 y R67); todos propagados en suelo: arena (7:2) esterilizado.

Dos meses después, cuando las plántulas ya habían sido colonizadas con micorriza y con micoparásitos, se seleccionaron plántulas sanas que presentaran de 2 a 4 pares de hojas verdaderas para ser transplantadas.

El sustrato de las plántulas de los tratamientos 1 y 2 (Tratamiento aplicado posterior al transplante), solamente consistió de suelo pasteurizado, y para el caso del tratamiento a base de fluazinam (Shogun) fue aplicado a la base del tallo de las plantas 10 ml de la solución.

Para la aplicación de los tratamientos en las parcelas grandes, en el lote experimental posterior al ciclo de cultivo primavera-verano del 2000 se recolectó los residuos de cosecha del cultivo de col, los cuales fueron incorporados, aproximadamente 2.5 ton/ha.

Se sembró avena en todo el lote experimental y cuando el cultivo alcanzó 20 cm de altura fue rastreada e incorporada al suelo. Al momento de la incorporación de la avena, el terreno fue dividido en tres parcelas grandes: en la primera se incorporó 3 ton/ha de estiércol vacuno, a la segunda no se añadió ningún tipo de estiércol y a la última se adicionó 3 ton/ha de gallinaza.

A los 30 días de la incorporación de estiércol y gallinaza al suelo, se realizó el transplante

3.4. Diseño experimental

El ensayo de alternativas para el manejo de la marchitez de chile se estableció usando un diseño en parcelas divididas, donde la parcela grande correspondió a la aplicación de un modificador orgánico (estiércol vacuno y gallinaza), y sin modificador, la parcela chica consistió de los subtratamientos ya mencionados, estos últimos tuvieron cuatro repeticiones cada uno.

3.5. Variables evaluadas

3.5.1. Cuantificación del número de propagulos de *Rhizoctonia solani* en las parcelas grandes

La determinación del numero de propagulos se realizó siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

1. Fueron tomadas quince muestras de 0.5 kg de suelo a través de un muestreo en zig-zag dentro de cada parcela grande, las cuales fueron llevadas al laboratorio (se tomaron tres muestras: una antes de la incorporación de los residuos de cosecha y los modificadores orgánicos; otra treinta días después de la incorporación y otra al finalizar el ciclo del cultivo), para realizar la cuantificación de propágulos.
2. Se tomo de cada muestra 10 gramos de suelo, los cuales fueron colocados en cajas de 9x9 cm², fue preparada una solución de 100 mililitros de agua agar al 2% con 0.5 g de estreptomicina, la cual fue adicionada a las cajas que contenían los 10 g de suelo posterior a su solidificación, fueron divididos cien trozos del mismo tamaño los cuales fueron sembrados en diez cajas Petri con medio selectivo a *Rhizoctonia solani* (diez trozos por caja Petri, con medio de Ko, detallado en el cuadro 1 del apéndice).

3. Las cajas fueron colocadas a temperatura ambiente y en la obscuridad a los 5 días después de la siembra se contabilizó el número de colonias de *Rhizoctonia solani*, presentes en cada caja.

3.5.2. Incidencia de la enfermedad

Se evaluó además la incidencia de plantas marchitas en la parte media en los tres surcos centrales de cada parcela, para conocer la disposición espacial a través del tiempo de la enfermedad cada quince días posteriores al trasplante, consistiendo en contabilizar el número de plantas con síntomas de la enfermedad por subtratamiento, en el entendido de que por cada surco de las parcelas chicas se transplantaron veinte plantas.

3.5.3. Altura de plantas

Este registro se realizó cada quince días después del trasplante tomando el total de las plantas de los tres surcos centrales por tratamiento midiendo su altura, siendo en total veinte plantas transplantadas por cada surco en las parcelas chicas.

3.5.4. Temperatura del suelo

Este parámetro fue muy importante para evaluar el efecto de la incorporación de los estiércoles sobre la temperatura del suelo y su posible efecto sobre el desarrollo de la enfermedad, en este caso se midió la temperatura del suelo por subtratamiento 21 días antes de la incorporación de los estiércoles, el día de la incorporación, 14, 28, 49 y 63 días posterior a la incorporación, utilizando un termómetro para suelo.

3.6. Análisis de datos

Los datos de altura de plantas, y las temperaturas del suelo fueron analizadas mediante el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS para Windows versión 8), en donde se obtuvieron los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias esta última mediante la prueba de Tukey en donde se empleó una confiabilidad del 95% ($\alpha=0.05$). Para la evaluación de la incidencia de la enfermedad (disposición espacial) se llevó a cabo el método indicado por Castillo (1988), en donde indica que uno de los métodos estadísticos, consiste en llevar a cabo un censo y estimar la media y la varianza de la población para posteriormente utilizar la siguiente regla de decisión:

1. Si σ^2 es menor que la μ la disposición espacial es REGULAR
2. Si σ^2 es igual que la μ la disposición espacial es ALEATORIA
3. Si σ^2 es mayor que la μ la disposición espacial es de CONTAGIO

Además se realizó el análisis de los datos de plantas muertas por subtratamientos o mediante el método de área bajo la curva del progreso de la enfermedad mediante el apoyo del programa estadístico SAS para Windows versión 8.

Se tomó como unidades de muestreo a las parcelas chicas en donde se registró el número de plantas muertas para realizar los cálculos correspondientes.

3.7. Manejo del cultivo

La fertilización se realizó basándose en los datos obtenidos después del análisis químico realizado al suelo, en una sola aplicación después del trasplante. Para el control de la maleza se realizaron dos deshierbes, el primero después del trasplante y el segundo treinta días después.

Para favorecer el mayor crecimiento de las plantas se realizaron aplicaciones foliares con Bayfolan Forte® a una dosis de 3.0 l/ha, cada quince días posterior al trasplante. Así mismo, para el control de enfermedades bacterianas y algunos problemas ocasionados por hongos en el follaje se hizo la aplicación por separado de Agrimisin 500, Sulfocop F, clorotalonil y benomil.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de propagulos de *R. solani* en las parcelas grandes

Los resultados de los aislamientos del número de propágulos de *R. solani* por gramo de suelo antes de la incorporación de modificadores orgánicos, a los 44 días de su incorporación y al final del ciclo de cultivo (Cuadro 2), indican que la densidad de las poblaciones de *R. solani* en el suelo fue influenciada por la enmienda orgánica incorporada y tuvo variaciones dependiendo del periodo de evaluación, así mismo se noto una disminución del número de propágulos en general posterior a la incorporación de los modificadores orgánicos, ya que como se puede observar en el cuadro 1 antes de la incorporación de los modificadores orgánicos el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de suelo de *R. solani* fue variable desde un inicio presentándose la mayor cantidad de (UFC) en la parcela sin la aplicación de estiércol superando hasta en un 100% a las parcelas con la aplicación de gallinaza y/o estiércol vacuno.

Para la evaluación realizada 44 días después de la incorporación de los modificadores orgánicos, la parcela grande que obtuvo una mayor reducción del número de propágulos en comparación con la primera evaluación fue la parcela con gallinaza con una disminución del 81% con relación a los datos obtenidos de 1.15 UFC al inicio, seguido por la parcela con incorporación de estiércol vacuno con una disminución del 54% (1.0 UFC al inicio) y la parcela sin estiércol con un 44.06% en relación a la población inicial (2.36 UFC al inicio) aunque hacia el final del ciclo de cultivo se detectaron incrementos en la densidad de la población en la parcela con estiércol vacuno, por el contrario en la parcela con la incorporación de gallinaza se registro la menor densidad de *R. solani*, seguido por la parcela sin incorporación de estiércol que registro una reducción del 59% con respecto a la densidad inicia.

Cuadro 1. Numero de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo de *Rhizoctonia solani*. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

Parcela grande	Unidades formadoras de colonias de <i>R. solani</i> /1gr de suelo
	Antes de la incorporación de modificadores orgánicos
Estiércol Vacuno	1. 00
Sin Estiércol	2.36
Gallinaza	1.15
	44 días después de la incorporación
Estiércol Vacuno	0.46
Sin Estiércol	1.32
Gallinaza	0.21
	Al final del ciclo de cultivo
Estiércol Vacuno	0.78
Sin Estiércol	0.96
Gallinaza	0.1733

Por otra parte en la parcela sin la incorporación de estiércol la disminución por el número de propágulos al final del ciclo pudo ser debida a la acción de la incorporación de la col ó avena por si solas, por lo que se puede observar que la combinación entre estos dos residuos de cultivos y la gallinaza tiene un mayor efecto en la reducción de propágulos de este patógeno.

Los datos fueron tomados por parcela grande ya que la intención fue analizar la influencia que tuvieron los modificadores orgánicos sobre el patógeno ya que los subtratamientos fueron aplicados directamente a las plantas en el almácigo y en la base de las plantas como fue el caso del tratamiento comercial, por lo que su influencia en la distribución del patógeno en el lote experimental fue mínima.

4.2. Incidencia de la enfermedad

Los resultados de la distribución espacial de la enfermedad (Cuadro 2 del Apéndice), en base a la metodología descrita anteriormente en el apartado de materiales y métodos, para esta variable, indicó que por lo general la enfermedad tuvo una distribución espacial de contagio par el caso de la incorporación de gallinaza y sin estiércol (Incorporación de col y avena) (Cuadro 2), es decir la enfermedad se distribuyó en la superficie y a través del tiempo en manchones. Al relacionar estos datos con los obtenidos en las evaluaciones del

número de propágulos de *Rhizoctonia solani* en el suelo, se observó que aun cuando existieron diferencias entre la densidad de población de este patógeno entre parcelas grandes, estas no mostraron gran influencia sobre la disposición ó distribución espacial de la enfermedad.

Para el caso del estiércol vacuno el fitopatógeno presentó una disposición espacial durante las cinco evaluaciones realizadas de contagio, aunque al realizar los cálculos con los datos del total de plantas muertas al final del ciclo del cultivo, la distribución final del patógeno fue regular.

Estos resultados aunque pudieran emplearse para distinguir el ataque de *Rhizoctonia solani* contra el ataque de *Phytophthora capsici* ya que según Chavéz (1994), menciona que *Phytophthora capsici* tiene un patrón de distribución espacial generalmente uniforme durante todo el ciclo del cultivo, deben hacerse evaluaciones en donde se compare la distribución de ambos patógenos ante la incorporación de diferentes substratos ó modificadores orgánicos.

Cuadro 2. Distribución espacial de la enfermedad en 5 fechas de evaluación y el total en el cultivo del chile. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001

Tratamiento	35 ddi	42 ddi	84 ddi	98 ddi	119 ddi	Total
Estiércol vacuno	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio	Regular
Sin estiércol	Contagio	Aleatorio	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio
Gallinaza	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio	Contagio

Por otra parte, pudieron ser insuficientes el tiempo y la dosis probadas de avena, col, y los modificadores o abonos orgánicos ya que según Rosas (1982), indicó que en pruebas con gallinaza mas estiércol a dosis de 12.8 ton por ha y rastrojo de maíz a dosis de 10 toneladas por hectárea, no encontró diferencias significativas, atribuyendo el resultado al tiempo de incorporación de los modificadores orgánicos y a las dosis evaluadas. Así también, como puede observar en la figura 1, no hubo diferencias entre la intensidad de la enfermedad con las interacciones entre tratamientos de la enfermedad y en consecuencia entre el área bajo la curva que se encuentra entre ellas (Cuadro 4), ya que como se observa gráficamente tanto en la figura 1 como en la figura 2 las diferencias son mínimas, lo cual se confirma también en el cuadro 3 mediante la prueba de Tukey ya que durante las fechas de evaluación no se encontraron diferencias entre las interacciones, sin embargo, también los resultados indican (Cuadro 3), que el testigo absoluto-estiércol vacuno presentó el mayor número de plantas muertas a los 7 días caso contrario de la interacción micoparasitos estiércol vacuno, situación que fue conservada por este último tratamiento durante el total de la evaluación.

Cuadro 3. Comparación de medias del número de plantas muertas de chile "Ancho Miahuateco" de la interacción tratamientos/subtratamientos evaluados, a los 7, 28, 56, 70 y 91 días después de la incorporación del transplante (ddt). Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

DDT	COMPARACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE TRATAMIENTO/SUBTRATAMIENTO											
	TEEV	SEV	MZEV	MPEV	TESE	SSE	MZSE	MPSE	TEGZ	SGZ	MZGZ	MPGZ
7.0	5.8a	4.5a	2.0a	0.8a	2.8a	5.3a	3.0a	4.0a	2.8a	2.3a	4.8a	4.0a
28.0	7.5a	6.3a	2.5a	3.5a	5.5a	8.0a	7.5	6.3a	9.0a	5.3a	6.5a	4.0a
56.0	15.5a	13.5a	11.8a	10.5a	12.5a	17.8a	13.5a	12.3a	11.0a	13.5a	19.8a	18.5a
70.0	26.8a	23.3a	24.3a	18.3a	16.5a	25.5a	21.0a	17.5a	18.3a	17.3a	25.0a	24.0a
91.0	40.5a	34.3a	36.3a	41.3a	41.3a	39.5a	37.8a	36.3a	38.3a	35.3a	39.5a	43.5a

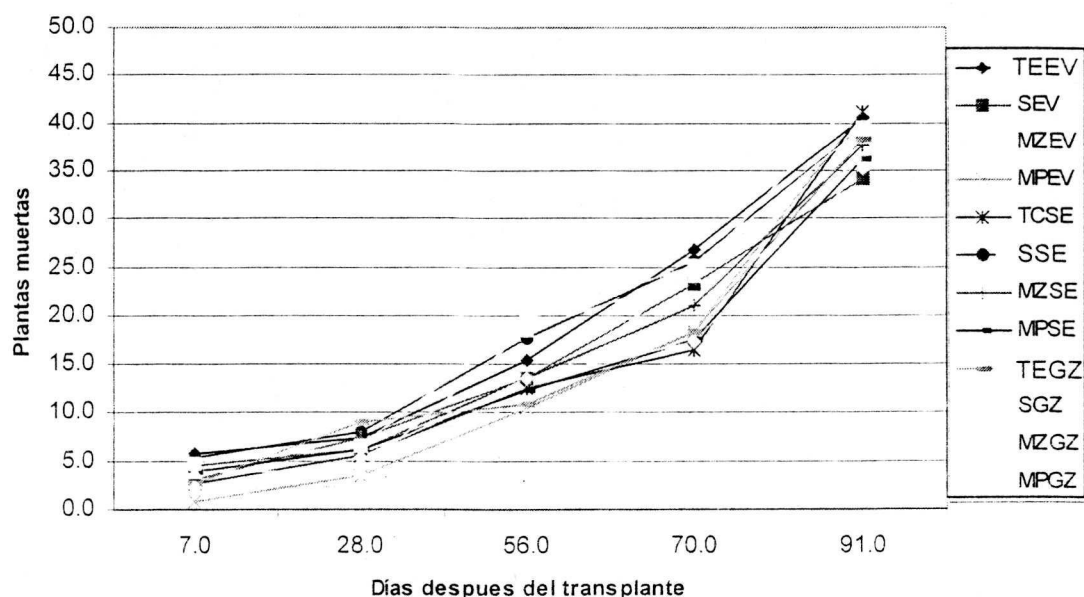


Figura 1. Curvas del progreso de la enfermedad de chile “Ancho Miahuateco” de la interacción tratamientos-subtratamientos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001. TEEV: Testigo experimental-estiércol vacuno; SEV: Shogun (Fluacinam) estiércol vacuno; MZEV: Micorriza-estiércol vacuno; MPEV: Micoparasitos-estiércol vacuno; TESE: Testigo experimental-sin estiércol; SSE: Shogun (Fluacinam)-sin estiércol; MZSE: Micorrizas-sin estiércol; MPSE: Micoparasitos- sin estiércol; TEGZ: Testigo experimental-gallinaza; SGZ: Shogun (Fluazinam)- gallinaza; MZGZ: Micorrizas-gallinaza; MPGZ: Micoparasitos- gallinaza.

Cuadro 4. Area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) de chile “Ancho Miahuateco” de la interacción tratamientos-subtratamientos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

Interacción	ABCPE (Absoluta)
Testigo exper.-Estiércol vacuno	1463.00
Testigo exper.-Gallinaza	1250.38
Testigo exper.-Sin estiércol	1134.00
Shogun-estiércol vacuno	1069.25
Shogun-gallinaza	1148.00
Shogun-sin estiércol	1589.88
Micorriza-estiércol vacuno	1258.43
Micorriza-gallinaza	1139.25
Micorriza-sin estiércol	1201.38
Micoparasitos-estiércol vacuno	1107.75
Micoparasitos-gallinaza	1476.13
Micoparasitos-sin estiércol	1405.25

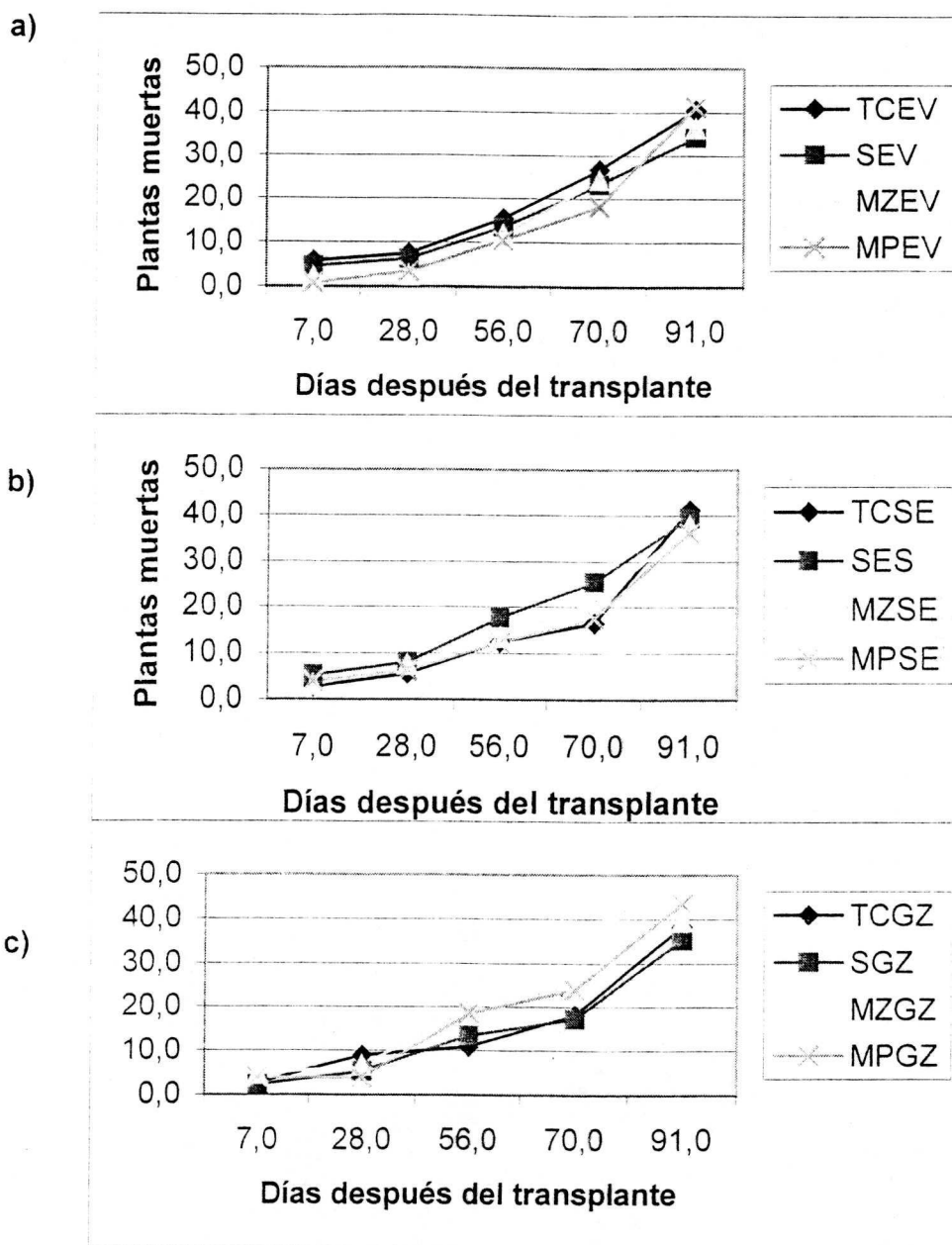


Figura 2. Curvas del progreso de la enfermedad de chile “Ancho Miahuateco” en tres parcelas; a) Estiércol vacuno, b) Sin estiércol, c) Gallinaza y su interacción. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla, 2001. TCEV: Testigo experimental-estiércol vacuno; SEV: Shogun (Fluacinam) estiércol vacuno; MZEV: Micorriza-estiércol vacuno; MPEV: Micoparasitos- estiércol vacuno; TCSE: Testigo experimental-sin estiércol; SES: Shogun (Fluacinam)-sin estiércol; MZSE: Micorizas-sin estiércol; MPSE: Micoparasitos- sin estiércol; TCGZ: Testigo experimental-gallinaza; SGZ: Shogun (Fluazinam)- gallinaza; MZGZ: Micorizas-gallinaza; MPGZ: Micoparasitos-gallinaza.

4.3. Evaluación de la altura de plantas

En la primera evaluación a los 35 ddi en que fue evaluada la altura de plantas el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre parcelas grandes, así como entre los tratamientos evaluados (Cuadro 3 del Apéndice); así mismo, la prueba de Tukey (Cuadro 5), indica que la interacción gallinaza micoparasitos fue el mejor con relación a esta variable, con una media en la altura de 9.485 cm, seguido de la interacción sin estiércol testigo absoluto (8.52 cm) y la interacción sin estiércol micoparasitos (8.34 cm), ambos estadísticamente iguales, siendo la interacción estiércol vacuno micorrizas la peor ó el que presenta la altura mas baja con una media de altura igual a 6.10 cm.

Cuadro 5. Comparación de medias de la altura de plantas de chile "Ancho Miahuateco" de los tratamientos y subtratamientos evaluados, a los 35 días después de la incorporación de estiércol (ddi). Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

No.	Tratamiento	Media de la altura (cm)	Comparación
3	Gallinaza	8.01	a
2	Sin estiércol	7.90	a
1	Estiércol vacuno	6.83	a
Interacción		Media de la altura (cm)	Comparación
	Gallinaza-micoparasitos	9.4850	a
	Sin estiércol-testigo absoluto	8.5225	ab
	Sin estiércol-micoparasitos	8.3425	ab
	Estiércol vacuno-micoparasitos	8.1625	ab
	Sin estiércol-Shogun	8.0025	ab
	Gallinaza-micorrizas	7.6375	ab
	Gallinaza-Shogun	7.3575	ab
	Sin estiércol-micorrizas	7.2000	ab
	Gallinaza-Testigo absoluto	7.1425	ab
	Estiércol vacuno-Shogun	6.5650	b
	Estiércol vacuno-testigo absoluto	6.5000	b
	Estiércol vacuno-micorrizas	6.1050	b

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

En cuanto a la comparación realizada entre parcelas grandes el resultado de la comparación de medias indicó que la parcela grande donde fue incorporada la gallinaza presentó la mayor altura de plantas con una media de altura de 8.1 cm, sin embargo, las tres parcelas grandes resultaron estadísticamente iguales. (Cuadro 5).

En lo que respecta a la segunda evaluación realizada a los 49 ddi, el análisis de varianza indicó diferencias significativas entre parcelas grandes y tratamientos (Cuadro 4 del Apéndice), Con base en estos resultados se realizó la prueba de comparación de media de Tukey (Cuadro 6), en donde la interacción gallinaza-micoparasitos, registró la mayor altura de plantas con una media de altura de 16.88 cm, seguido por la interacción estiércol vacuno y micoparasitos con una media de altura de 16.20 cm, seguida por la interacción estiércol-micorrizas con una altura de 11.82 cm.

Por otra parte en relación a la diferencia entre parcelas grandes la prueba de Tukey indicó que a los 49 ddi las mayores alturas se registraron en la parcela sin incorporación de estiércol y en la parcela con incorporación de estiércol vacuno con una media en la altura de 14.87 cm y 14.59 cm respectivamente, siendo ambos estadísticamente iguales.

Cuadro 6. Comparación de medias de la altura de plantas de chile "Ancho Miahuateco" de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 49 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

No.	Tratamiento	Media de la altura (cm)	Comparación
2	Sin estiércol	14.87	a
1	Estiércol vacuno	14.59	a
3	Gallinaza	12.90	b
Interacción		Media de la altura (cm)	Comparación
	Gallinaza-micoparasitos	16.88	a
	Estiércol vacuno-micoparasitos	16.20	ab
	Gallinaza-testigo absoluto	14.77	abc
	Gallinaza-Shogun	14.59	abc
	Estiércol vacuno-testigo absoluto	14.52	abc
	Estiércol vacuno-micorrizas	14.16	abc
	Sin estiércol-micoparasitos	13.90	bc
	Estiércol vacuno-Shogun	13.48	bc
	Sin estiérco -testigo absoluto	13.30	bc
	Gallinaza-micorrizas	13.26	bc
	Sin estiércol-Shogun	12.60	c
	Sin estiércol-micorrizas	11.82	c

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

Para el caso de la tercera evaluación a los 84 ddi, el análisis de varianza (Cuadro 5 del Apéndice); indica que solo hubo diferencias significativas para el caso de las parcelas grandes y subtratamientos y la prueba de comparación de Tukey (Cuadro 7), indicó que la parcela grande en donde se incorporo gallinaza obtuvo la mayor media en la altura de plantas con 25.69 cm, seguido por la parcela con la incorporación de estiércol vacuno (23.0 cm), y en último sitio se encontró para esta evaluación la parcela sin incorporación de estiércol, con una media en la altura de 19.75 cm, siendo cada una de estas parcelas mencionadas estadísticamente diferentes. Por otra parte la interacción entre estiércol Shogun presentó en esta fecha la mayor altura de plantas con una

media de 28.22 cm, caso contrario ocurrió con la interacción gallinaza-micorrizas con una media en la altura de 18.76 cm.

Cuadro 7. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 84 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

No.	Tratamiento	Media de la altura (cm)	Comparación
3	Gallinaza	25.69	a
1	Estiércol vacuno	23.00	b
2	Sin estiércol	19.75	c
Interacción		Media de la altura (cm)	Comparación
	Sin estiércol-Shogun	28.22	a
	Sin estiércol-micoparasitos	25.60	ab
	Estiércol vacuno-micoparasitos	24.96	ab
	Sin estiércol-testigo absoluto	24.68	ab
	Sin estiércol-micorrizas	24.27	ab
	Estiércol vacuno-testigo absoluto	26.01	ab
	Estiércol vacuno-Shogun	22.52	ab
	Estiércol vacuno-micorrizas	21.51	ab
	Gallinaza-micoparasitos	20.89	ab
	Gallinaza-Shogun	19.83	b
	Gallinaza-testigo absoluto	19.53	b
	Gallinaza-micorrizas	18.76	b

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

En la cuarta evaluación a los 98 ddi, el análisis de varianza (Cuadro 6 de la Apéndice) reportó la existencia de diferencias altamente significativas entre las parcelas grandes y diferencias significativas entre parcelas chicas y la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 8) indicó que para el caso de las parcelas chicas fueron estadísticamente diferentes, en donde destaca la interacción sin estiércol-Shogun con una altura promedio de 35.96 cm, mientras que la interacción gallinaza-micorrizas presentó el menor desarrollo de las

plantas con 23.44 cm, en el caso de la comparación de medias entre parcelas grandes, en la parcela con la incorporación de gallinaza se obtuvo una media en la altura de 32.77 cm, seguida por la parcela de incorporación de estiércol vacuno y sin incorporación (27.44 cm y 24.74 cm, respectivamente).

Cuadro 8. Comparación de medias de la altura de plantas de chile “Ancho Miahuateco” de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 98 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

No.	Tratamiento	Media de la altura (cm)	Comparación
3	Gallinaza	32.77	a
1	Estiércol vacuno	27.44	b
2	Sin estiércol	24.74	c
Interacción		Media de la altura (cm)	Comparación
	Sin estiércol-Shogun	35.96	a
	Sin estiércol-testigo absoluto	33.02	ab
	Sin estiércol-micorrizas	31.39	abc
	Sin estiércol-micoparasitos	30.72	abcd
	Estiércol vacuno-Shogun	29.53	abcde
	Estiércol vacuno-micoparasitos	27.46	bcde
	Estiércol vacuno-micorrizas	26.60	bcde
	Estiércol vacuno-testigo absoluto	26.19	bcde
	Gallinaza-micoparasitos	25.58	cde
	Gallinaza-Shogun	25.57	cde
	Gallinaza-testigo absoluto	24.38	de
	Gallinaza-micorriza	23.44	e

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

La última evaluación de la altura de plantas realizada a los 119 ddi, según el análisis de varianza realizado indicó diferencias significativas entre parcelas grandes e interacciones (Cuadro 7 del Apéndice) sin embargo la prueba de comparación de medias de Tukey indicó que al final del ciclo de cultivo los tratamientos fueron estadísticamente iguales, aunque destaca la

parcela con la incorporación de gallinaza con una media en la altura de plantas de 36.06 cm. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias de la altura de plantas de chile "Ancho Miahuatenco" de los tratamientos y subtratamientos evaluados a los 119 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

No.	Tratamiento	Media de la altura (cm)	Comparación
3	Gallinaza	36.06	a
1	Estiércol vacuno	31.70	a
2	Sin estiércol	30.22	a
Interacción		Media de la altura (cm)	Comparación
	Sin estiércol-Shogun	40.01	a
	Gallinaza-micorrizas	38.34	a
	Sin estiércol-micorrizas	35.97	a
	Sin estiércol-testigo absoluto	34.67	a
	Sin estiércol-micoparasitos	33.58	a
	Estiércol vacuno-testigo absoluto	31.89	a
	Estiércol vacuno-Shogun	31.83	a
	Estiércol vacuno-micoparasitos	31.79	a
	Estiércol vacuno-micorrizas	31.29	a
	Gallinaza-Shogun	28.51	a
	Gallinaza-micoparasitos	27.23	a
	Gallinaza-testigo absoluto	26.79	a

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$)

Como se puede observar en los resultados de las medias en las alturas de plantas hay muy poca diferencia entre parcelas grandes y tratamientos evaluados con cierta inclinación en presentar mayor altura de plantas al principio del ciclo en los tratamientos con micoparasitos en la parcela grande con la incorporación de gallinaza caso semejante fue reportado por MacKienzi y Wods (1995), en donde al incorporar *Trichoderma harzianum* en crisantemo observaron un incremento en la altura y mencionan que este incremento fue debido a la producción de sustancias reguladoras de crecimiento de este hongo

así mismo se puede notar que al final del ciclo de cultivo aunque no existen diferencias significativas en los tratamientos de micorrizas mantuvo una mayor altura promedio en las plantas esto puede deberse a que las plantas no fueron colonizadas apropiadamente por las micorrizas y el efecto pudo notarse después de cierto tiempo posterior a la colonización.

Por otra parte, Carling y Brown (1982) mencionan que el efecto de las micorrizas es favorecer la absorción y translocación de nutrientes los cuales estuvieron disponibles posterior al tiempo de descomposición de la gallinaza y del estiércol vacuno.

Henis *et al.*, (1979) y Alexander, (1980), indican que existe una influencia entre el tiempo de incorporación de la materia orgánica y la supresión de los patógenos del suelo, uno de los factores que más influyen para la degradación de materia orgánica la cual es proporcional a la degradación.

Otro de los factores que pudo haber influido dentro de la descomposición de las moléculas orgánicas de los materiales incorporados al suelo fue el pH del suelo ya que este gobierna al tipo de microorganismos involucrados en la descomposición además de que la descomposición es mucho más rápida en suelos neutros que en suelos ácidos aunque esto dependerá de la molécula que se desea su descomposición en este caso el pH de cada una de las

parcelas grandes posterior a la incorporación de los modificadores orgánicos según el análisis realizado al suelo oscilo en 8.04, 8.02, 7.76 (Cuadro 10), en las parcelas con la incorporación de estiércol vacuno, sin la incorporación de estiércol y con la incorporación de gallinaza respectivamente, así mismo, la relación carbono nitrógeno estimula a los organismos microbianos que compiten en el suelo por los nutrientes con el patógeno, en el cuadro 10 se puede observar que en la parcela sin la incorporación de estiércol existe una mayor concentración de nitrógeno (21.70 mg/kg).

Cuadro 10. Análisis químico del suelo 35 días después de la incorporación de modificadores orgánicos. Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

Tratamiento	PH	M.O.(%)	NI mg/kg	P mg/kg	K mg/kg
Estiércol vacuno	8.04	1.34	16.10	49.4	1.667
Sin estiércol	8.02	1.08	21.70	35.2	7.40
Gallinaza	7.76	1.55	16.80	91.5	1.413

4.4. Evaluación de la temperatura del suelo

Se realizó el análisis de varianza por cada evaluación de la temperatura del suelo (6 evaluaciones), en la primera evaluación el análisis de varianza reporto que no existieron diferencias entre las parcelas grandes (Cuadro 8 del Apéndice), y la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 11), indico que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales; sin embargo

destaco la parcela con la incorporación de gallinaza con una media de la temperatura del suelo de 21.35° C.

Para el resto de las evaluaciones 5 evaluaciones, los análisis de varianza indicaron diferencias significativas (Cuadros 9 del Apéndice) entre parcelas grandes y las pruebas de comparación de medias de Tukey (Cuadro 11), mostraron que las temperaturas aunque tuvieron variaciones la parcela que mostró la media de las temperaturas mas altas a los 21 días antes de la incorporación (dai), el día de la incorporación (di), 14 ddi, 28 ddi, 49 ddi y 63 ddi fue en la parcela con la incorporación de gallinaza cuyas temperaturas fueron 21.36°, 23.70°, 23.30°, 23.86, 20.53° y 22.73° por fecha respectivamente, caso contrario se obtuvo con la aplicación de estiércol vacuno ya que se obtuvieron las menores temperaturas a través del tiempo, excepto a los 49 ddi, obteniendo las siguientes temperaturas del suelo: 20.63°, 21.70°, 21.50°, 22.83°, 20.10° y 22.06°, en las fechas de evaluación mencionadas anteriormente (Figura 3).

Los resultados concuerdan con lo obtenido por Baeyens (1970), quien indica que el estiércol vacuno es un tipo de estiércol frío y que la gallinaza es un estiércol caliente, además de que los estiércoles calientes evolucionan mas deprisa porque son mas concentrados, se calientan y maduran mas fácilmente y tienen una acción más rápida, mas o menos prolongada. Así mismo, menciona que los estiércoles fríos tienen una acción más lenta pero más duradera, están mas indicados en suelos ligeros y/o arenosos mientras que los

estiércoles calientes se aplican a los suelos pesados ya que estos calientan el suelo y activan de esta forma la vegetación, gracias a una mineralización más rápida.

Cuadro 11. Comparación de medias de temperaturas del suelo de los tratamientos evaluados. Santa Rosa. Tecamachalco, Puebla. 2001.

21 Días antes de la incorporación (dai)			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	21.36	a
2	Sin estiércol	21.20	a
1	Estiércol vacuno	20.63	a
El día de la incorporación (di)			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	23.70	a
2	Sin estiércol	22.90	b
1	Estiércol vacuno	21.70	c
14 Días después de la incorporación (ddi)			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	23.30	a
2	Sin estiércol	21.86	b
1	Estiércol vacuno	21.50	b
28 ddi			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	23.86	a
2	Sin estiércol	22.96	b
1	Estiércol vacuno	22.83	b
49 ddi			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	20.53	a
1	Estiércol vacuno	20.13	b
2	Sin estiércol	20.10	b
63 ddi			
No.	Tratamiento	Media de la temperatura (°C)	Comparación de Tukey
3	Gallinaza	22.73	a
2	Sin estiércol	22.53	ab
1	Estiércol vacuno	22.06	b

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir lo siguiente:

1. La gallinaza disminuye hasta un 81.5% en el número de propagulos 44 días después de su incorporación.
2. La incorporación de modificadores orgánicos puede influir en la distribución espacial de la enfermedad.
3. El estiércol vacuno presentó una disposición espacial regular del patógeno, al final del ciclo, mientras que la aplicación de gallinaza y la aplicación de residuos de col y avena solos, fue de contagio.
4. La aplicación de gallinaza-micoparasitos incrementa la altura de plantas, durante las primeras etapas de desarrollo sin embargo al final del ciclo con la aplicación de gallinaza-micorrizas la altura de plantas fue mayor.
5. La aplicación de gallinaza incrementa la temperatura del suelo desde la aplicación hasta el final del ciclo de cultivo.

V. LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1999. Fitopatología. 2ª. Edición. Ed. Limusa, México, D. F. 838 pp.
- Alexopoulos, C.J. 1996. Introducción a la micología. Editorial Universitaria de Buenos Aires Argentina. Pp 3-5.
- Almeida, O. C. 1980. A new pepper disease caused by *Rhizoctonia Solani* Kühn., in Brazil. Fitopatológica Brasileira. 5 (1): 7-10.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. A. G. T. editor, S. A. México. D.F,
- Andrade, M. L. 1982. Estudio in vitro de las relaciones antagónicas entre algunos microorganismos del estiércol bovino y el agente causal de la pudrición texana *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar. Tesis de maestría ITESM. División de ciencia agropecuarias y marítimas, Monterrey, N. L.
- Baeyens, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo. Fisiología aplicada a las plantas agrícolas. Trad. Mateo Box. Edit. Lemos. Madrid, España. pp:270-340-361-481.

- Baltruschat, H. and F. Schonbeck. 1975. Untersuchungen über den Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf den Befall von Pflanzen durch *Thielaviopsis basicola*. Diss., Univ. Bonn, W. Germany. 137 pp.
- Black, L.L., Green, S.K., Hartman, G.L., and Poulos, J.M. 1993. Enfermedades del Chile: una guía de campo. Traducción por Villalón, B., Amador, J.M. y Campos, M. Centro Asiático de Investigación y Desarrollo Vegetal. 98 p.
- Blair, I. D. 1943. Behaviour of the fungus *Rhizoctonia solani* Kühn in the soil. Ann. Appl. Biol. 30:118-127.
- Boswell, V.R. 1937. Improvement and genetics of tomatoes, peppers, and eggplant. U.S. D. A. Yearbook of Agriculture 1937:176-206.
- Buckman, H. O. y Brady, N. C. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por Salord Barceló. Edit. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, España. pp: 484-529.
- Burke, D. W. 1968. Root growth obstructions and *Fusarium* root rot of beans. Phytopathology. 58: 1575-1576.
- Burke, D. W. 1965. The near immovility of *Fusarium solani* fsp. *phaseoli* in natural soils. Phytopathology. 55: 1188-1190.
- CATIE, 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de Chile dulce. Turrialba, Costa Rica. 143 pp.
- Carling, D.E., Helm D J. and Leiner R.H. 1990. In vitro sensitivity of *Rhizoctonia solani* and other multinucleate and binucleate *Rhizoctonia* to selected fungicides. Plant Dis. 74: 860-863.

- Carling, D.E., and Brown, M.F. 1982. Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and nonmycorrhizal roots. *Phytopathology* 72:1108-1114.
- Castillo, M.L.E. 1998. Muestreo de poblaciones. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. 142 pp.
- Chavez, A.J.J. 1994. Control integrado de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L.) ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* L. en la región de Valsequillo, Pue. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. Pag. 57.
- Chet, I, Elad, Y., Kalfon, A., Hadar, Y. And Katan J. 1982. Integrated control of soilborne and buldbborne pathogens in iris. *Phytoparasitica* 10:229-236.
- Davis, R. M., J. A. Menge and G. A. Zentmyer. 1980. Influence of vasicular-arbuscular mycorrhizae on *Phytophthora* root rot of three crop plants. *Phytopathology*. 68:1614-1617.
- Díaz, P. del A. 1957. El cultivo del chile. Primera edición. Edit. Bartolomé truco. México 213 pp.
- Elad, Y.; Hardar, Y.; Hardar, E.; Chet, I.; and Henis, Y. 1981. Biological control of *Rhizoctonia solani* by *Trichoderma harzianum* in carnation. *Plant Disease* 65: 675-677.
- Elías, M. R. 1997. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia Solani* Kühn., en papa y otros cultivos. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 81 pp.

- Erwin, A.T. 1929. A sistematyc study of the peppers (*Capsicum frutescens* L.)
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26:128-131.
- Fisher, N. L. y T. A. Townssoun. 1983. Stub inoculations de not incite *Fusarium*
wilt of chrysanthemum caused by *Fusarium oxysporum* f. sp.
chrysanthemi. Plant disease. 67 (5) 532-533.
- Galindo. A. J. 1990. *Phytophthora capsici* Leo. como patógeno de chile. In:
Simposio Nacional Aspectos Fitopatológicos de maíz, frijol y chile. Baver
De la I., M. L; Rodríguez M., R. y Sosa-Moss. (eds.). Colegio de
Postgraduados. Montecillo, México. pp 139-146.
- Green, R. J. And G. C. Papavizas. 1968. The effect of carbon source to
nitrogen ratios and organic amendments on survival of propagules of
Verticillium albo-atrum in soil. Phytopathology. 58: 567-570.
- Hall, R. 1991. Con Pendium of bean diseases. APS PRESS The American
Phytopathology Society. 72 p.
- Henis, Y.; A. Ghaffar and R. Baker. 1979. Factors affecting supressivenes to
Rhizoctonia solani. in soil. Phytopatologic 69:1164-1169.
- Hernández, C. F. D., Alonso, C. L. y Cornejo, N. A. M. 1992. Evaluación de
fungicidas para el control de la costra negra *Rhizoctonia solani* Kühn., en
papa *Solanum tuberosum* L. en Galeana, Nuevo Leon. Memorias del XIX
Congreso Nacional de Fitopatología. Pag. 90.
- Hortst, R. K. y P. E. Nelson. 1975. Diseases of chrysanthemum. Plant
Pathology. 8 Information Bulletin 85.

- INEGI. 2001. Tecamachalco, estado de Puebla. Cuaderno estadístico municipal. 129 pp.
- Jager, G. and Velvis H. 1988. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 2. Sprout protection against soil-borne *R. solani* thorough seed inoculation with *Verticillium biguttatum*. Netherlands Journal Plant Pathology. 90 (1) 29-33.
- Jager, G. and Velvis. 1986. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 5. The effectiveness of three isolates of *Verticillium biguttatum* as inoculum for seed tubers and of a soil treatment with a low dosage of pencycuron. Netherlands Journal Plant Pathology. 92 (5) 231-238.
- Jonas, A. J. 1974. Evaluación del Zn extraído por métodos químicos y por plantas de maíz al aplicar Zn y gallinaza en un suelo del estado de Tlaxcala. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp:12-26.
- Jordan, H. B. and B. P. Eddy. 1972. Influence of organics soil amendments on *Verticillium dahliae* and on the microbial composition of the strawberry rhizosphere. Ann. Appl. Biol. 70: 139-148.
- Kjoller, R. and A. D. Rosendahl -S. 1996. The presence of the arbuscula mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* influences enzymatic activities of the root pathogen *Aphanomyces euteiches* in pea roots. Mycorrhiza. 6(6): 487-491.

- Lewis, J. A. and G. C. Papavizas 1977. Effect of plant residues on chlamydospore germination of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and on Fusarium root rot of beans. *Phytopathology*. 67 (7): 925-929.
- Lifshitz, R.; Lifshitz, S. and Baker, R. 1985. Decrease in incidence of *Rhizoctonia* preemergence damping-off by use of integrated chemical and biological controls. *Plant Disease* 69: 431-434.
- MacKienzi, A.J., And Woods, S.T. 1995. Enhanced root and shoot growth of chysantemum cutting propagated with the fungus *Trichoderma harsianum*. *HortScience* 30:496-498.
- Mahr, S. E. R.; Stevenson, W. R. and Sequeira, L. 1986. Control of bottom rot of head lettuce with iprodione. *Plant Disease* 70: 506-509.
- Manning, W. S. y D. F. Crossan. 1970. Field and greenhouse studies on the effects of plant amendments on *Rhizoctonia* hypocotyl rot of snapbean. *Plant. Dis. Repr.* 51: 158-163.
- Marshall, D. S., 1982. Effect of *Trichoderma harzianum* seed treatment and *Rhizoctonia solani* inoculum concentration on damping-off snap bean in acidic soils. *Plant Disease* 66: 788-789.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Edit. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 87 pp.
- _____. 1993. Diagnostico de enfermedades fungosas. Edit. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 168pp.

- _____. 1992. Las enfermedades fungosas del haba *Vicia faba* L. en Los Valles Altos de México. 3 p. Departamento de Parasitología Agrícola. U.A.CH. Chapingo, México.
- _____ y B. Pinto C. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades causadas por hongos. Chapingo, Méx.: UACH. Departamento de Parasitología Agrícola. 122-124, 286-288 pp.
- Mestanza, S. A. 1973. Variaciones nutrimentales en el maíz H-30 y en un suelo de Puebla por efecto de las aplicaciones de gallinaza, magnesio, manganezo y zinc bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México pp: 55-88-98.
- Millar, C. E. 1964. Fertilidad del suelo. Primera edición española. Edit. Salvat editores, S. A. Barcelona, España. pp:283-381.
- Mohamed, Z. K. 1982. Physiological and antagonistic actives of rhizosphere of some plants. Egyptian Journal of Phytopathology (1982, public. 1985) 14 (1/2) 121-128. Faba Bean Abstract. 1986. 174 p.
- Moreno, V.G. 2002. Manejo de fitopatógenos del chile (*Capsicum annuum* L.) con origen en el suelo en Tecamachalco, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. pp: 55-56.
- Neweigy, N. A., Eisa, N. A., El-Shewy, L. A. 1982. Antagonistic, microbial isolates from the rhizosphere of broad bean plants, against the pathogens *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* I. Fungi. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University (1982) 1980: 19. Faba bean Abstract. 1983.

- Newsham, K.K., Fitter A. and R. Watkinson A. 1995. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *J. Ecol.* Oxford: Blackwell Science Ltd. 83:6.
- Nofal, M. A., Sahab, A. F. Morsy, A. A. 1982. Response of broad bean plants infected with root rot fungi to full fertile application. *Egyptian Journal of Phytopathology* (1982, Public. 1985) 14 (1/2) 67-74. Faba Bean Abstract. 1986. 172p.
- Nuez, V. N.; Gil, O. R.; Costa, G. J. 1996. El cultivo de pimientos chiles y ajíes. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa 607 pp.
- Papavizas, G. C. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. VI: Effect on amendments on bean root caused by *Thielaviopsis basicola* and on inoculum density of the causal organisms. *Phytopathology*. 58: 421-428.
- Papavizas, G. C., P. B. Adams, R. D. Lumsden, J. A. Lewis, R. L. Dow, W. A. Ayers y J. G. Kantzes. 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. *Phytopathology* 65: 871-877.
- Quintero-B., J. A., Zuñiga-S., P., y Gerardo-A., M. 1992. Control químico de *Rhizoctonia solani* en papa en el Valle del Fuerte, Sinaloa. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología*. Pag. 89.
- Ramírez, V., J. 1998. Enfermedades fungosas del cultivo de chile. In: *Enfermedades de las hortalizas*. Cruz O., J. E. (eds). Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán Rosales, Sinaloa. México. pp:89-91.
- Ramírez, V., J. D. E. Munnecke. 1988. Effect of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum* F. sp. *conglutinans* and other organisms. *Phytopathology*. 78 (3). 289-295.

- Rich, A. E. 1983. Potato disease. Academic Press. New York. 63-69.
- Ristaino, J. B., and Johnston, S. A. 1999. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight on bell pepper. Plant Disease 83:1080-1089.
- Rodríguez, S. M. 1972. Enfermedades parasitarias de los cultivos agrícolas en México. Folleto misceláneo No. 23. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México D.F. 22 pp.
- Romero, C. S. 1994. Hongos fitopatógenos. Patronato Universitario. Universidad Autónoma. Chapingo. Chapingo, México.
- Rosas, R.M. 1982. Ensayo de modificadores orgánicos, formas de nitrógeno y resistencia contra la marchitez del chile en Tecamachalco, Pue. y comprobación de *Rhizoctonia solani* Kühn. como otro agente etimológico de esta enfermedad. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, México. 45 pp.
- Ross, J. P. 1972. Influence of endogone mycorrhiza on *Phytophthora* rot of soybean. Phytopathology. 62: 896-897.
- Ruppel, E. G. 1985. Susceptibility of rotation crops to a root rot isolate of *Rhizoctonia solani* from sugar beet and survival of the pathogen in crop residues. Plant Disease 69: 871-873.
- Sánchez, A. J. H. 1983. Etiología y daños de las pudriciones radicales del frijol *Phaseolus vulgaris* L. en el estado de Durango. Tesis de licenciatura. Chapingo, México. 66 p.

SAGAR 1999. Anuario estadístico en la producción agrícola Centro de estadística agropecuaria, México, D.F.

SAGARPA 2002. Resumen Nacional de la Producción de chile en México. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera México D.F. SIACOM.

SAG. 1966. Taxonomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México. Instituto nacional de investigaciones agrícolas, México. Folleto misceláneo No 15. 23 pp.

SARH. 1992. Manejo fitosanitario de las hortalizas en México. Colegio de Postgraduados. Centro de entomología y acarología. Chapingo, México. 412 pp.

_____. 1984. Presente y pasado del chile en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. 80 pp.

_____. 1984. Presente y pasado del chile en México. Instituto nacional de investigaciones agrícolas, México, D.F. 80 pp.

_____. 1983. Guía para Cultivar chile en el Valle de Valsequillo, Puebla. Folleto No.1. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Campo Experimental Tecamachalco. Tecamachalco, Pueb. , México. 24 pp.

_____. 1982. Metodología para la construcción de almácigos de chile en Aguas calientes. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte-Centro. Campo agrícola experimental pabellón folleto No 1, 2da. Edición. Pabellón Aguas calientes, México. 21pp.

- _____. 1980. El cultivo de chile en Aguascalientes. Folleto Técnico CAEPAB No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte-Centro. Campo Agrícola Experimental Pabellón. Pabellón, Ags., México 20 pp.
- Schenck, N. C., R. A. Kinloch and D. W. Dickson 1975. Interaction of endomycorrhizal fungi and root Knot nematode on soybean. In: Endomycorrhizas. F. E. Sanders, B., Mosess, and P. B. Tinker, eds. Academic Press. London. 605-617 pp.
- Selke, W. 1968. Los abonos. Trad. de la cuarta edición Alemana por Gunther-León. Edit. Academia. León, España. pp:64: 243.
- Sherf, F.A., and Macnab, A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. Second edition. John Wiley and Sons. New York, United States. 727 p.
- Sneh. B., Burpee. L., Ogashi A. 1991. Identification of. *Rhizoctonia* Species. APS PREES The American. Phytopathological society St. Paul, Minnesota, U.S.A. 133p.
- Tlapal B., B. 2000. Características de las enfermedades fungosas en cultivos hortícolas. In: Temas Selectos en Fitosanidad y Producción de hortalizas Bautista M., Suárez. V., A. D., y Morales G., O. (eds.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. pp: 106-117.
- Tisdale, S. L. y Nelson, W. L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por Balasch y Piña. Edit. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, España. pp: 108-364-365.

Yu, T. F. 1944. *Fusarium* diseases of broad bean I. A wilt of broad bean caused by *Fusarium avenaceum* var. *fabae*. Phytopathology. 34: 385-393.

Zaumeyer, W. J. y H. R. Thomas. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA. Agric. Tech. Bull. No. 868.

Zimmer, R. C. 1988. Development of *Rhizoctonia solani* on four fungicide treated potato cultivars grown in virgin potato soil. Canadian Plant Disease Survey. 68 (1) 7-9.

VI. APENDICE

Cuadro 1. Medio selectivo a *Rhizoctonia solani* (Medio de Ko)

Compuesto	gr/0.5 litros de agua destilada
Agar	10
K ₂ HPO ₄	5.0
KCL	0.25
FeSO ₄ 7H ₂ O	0.005
NaNO ₂	0.1
Ac. Galico	0.2
Sulfato de estreptomicina	0.025
Cloromicetina	0.025
Ridomil	0.3

Cuadro 2. Resultados de la media y la varianza de las plantas de chile "Ancho Miahuateco". Santa Rosa, Tecamachalco, Puebla. 2001.

Tratamiento	Media μ	Varianza σ^2	Regular $\sigma^2 < \mu$ Fecha 1	Aleatorio $\sigma^2 = \mu$	Contagio $\sigma^2 > \mu$
Estiércol vacuno	3.25	16.33			X
Sin estiércol	3.81	18.96			X
Gallinaza	3.43	12.93			X
Fecha 2					
Estiércol vacuno	1.68	2.50			X
Sin estiércol	2.75	2.73		X	
Gallinaza	1.68	3.7			X
Fecha 3					
Estiércol vacuno	7.81	26.87			X
Sin estiércol	7.25	18.06			X
Gallinaza	10.5	24			X
Fecha 4					
Estiércol vacuno	11	50			X
Sin estiércol	6.31	34.76			X
Gallinaza	5.43	6.0			X
Fecha 5					
Estiércol vacuno	15.6	31.21			X
Sin estiércol	18.31	38.89			X
Gallinaza	17.93	24.06			X
Final (Acumulado)					
Estiércol vacuno	38.06	28.19	X		
Sin estiércol	38.75	77.62			X
Gallinaza	39.12	56.51			X

Cuadro 3. Análisis de varianza de la altura de planta a los 35 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	GL	Type I SS	CM	FC	Pr > F
EO	2	13.6741167	6.83705833	6.97	0.0036*
N	3	19.7165062	6.57216875	6.70	0.0016*
EO*N	6	8.11775000	1.35295833	1.38	0.2587
Error	27	26.4888687	0.98106921		
Total	47	78.4031979			

* Existen diferencias altamente significativas.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la altura de planta a los 49 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	GL	Type I SS	CM	FC	Pr > F
EO	2	36.2588375	18.1294187	10.57	0.0004*
N	3	45.4154562	15.1384854	8.82	0.0003*
EO*N	6	7.30486250	1.21747708	0.71	0.6448
Error	27	46.3263563	1.7157910		
Total	47	180.199231			

* Existen diferencias altamente significativas.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la altura de planta a los 84 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	GL	Type I SS	CM	FC	Pr > F
EO	2	283.742129	141.871064	14.23	<.0001*
N	3	40.2306063	13.4102021	1.35	0.2805
EO*N	6	31.8093375	5.3015563	0.53	0.7792
Error	27	269.141581	9.9682067		
Total	47	725.031297			

* Existen diferencias altamente significativas.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la altura de planta a los 98 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	GL	Type I SS	CM	FC	Pr > F
EO	2	534.023754	267.011877	35.68	<.0001*
N	3	70.6102729	23.5367576	3.15	0.0414*
EO*N	6	34.1009458	5.6834910	0.76	0.6078
Error	27	202.038206	7.482897		
Total	47	1035.77109			

* Existen diferencias altamente significativas.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta a los 119 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	GL	Type I SS	CM	FC	Pr > F
EO	2	294.788850	147.394425	3.55	0.0428*
N	3	152.314272	50.7714243	1.22	0.3205
EO*N	6	301.879333	50.3132222	1.21	0.3307
Error	27	1121.03806	41.519928		
Total	47	2834.34073			

* Existen diferencias significativas.

Cuadro 8. Análisis de varianza de las temperaturas del suelo a los 35 ddi. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

FV	DF	Type I SS	CM	FC	Pr > F
BLOQ	2	4.43333333	2.21666667	2.12	0.1324
Error	42	14.9000000	0.35476190		
Total	44	45.3000000			

* Existen diferencias altamente significativas.

Cuadro 9. Análisis de varianza de las temperaturas del suelo general. Santa Rosa, Tecamachalco. Puebla 2001.

21 dai					
FV	DF	Type I SS	CM	FC	Pr > F
BLOQ	2	30.4000000	15.2000000	42.85	<.0001*
Error	42	14.9000000	0.35476190		
Total	44	45.3000000			
Di					
FV	DF	Type I SS	CdiM	FC	Pr > F
BLOQ	2	27.1444444	13.5722222	36.46	<.0001*
Error	42	15.6333333	0.3722222		
Total	44	42.7777778			
14 ddi					
FV	DF	Type I SS	CM	FC	Pr > F
BLOQ	2	9.47777778	4.73888889	9.34	0.0004*
Error	42	21.3000000	0.50714286		
Total	44	30.7777778			
28 ddi					
FV	DF	Type I SS	CM	FC	Pr > F
BLOQ	2	1.74444444	0.87222222	14.27	<.0001*
Error	42	2.56666667	0.06111111		
Total	44	4.31111111			
49 ddi					
FV	DF	Type I SS	CM	FC	Pr > F
BLOQ	2	3.51111111	1.75555556	3.96	0.0265*
Error	42	18.6000000	0.44285714		
Total	44	22.1111111			

* Existen diferencias altamente significativas.

IMPRESA ANHER

IMPRESIONES & ENCUADERNACIONES

FRAY PEDRO DE GANTE No. 118-D
TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

