



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

**MANEJO INTEGRADO DE LA PUDRICIÓN RADICAL DEL
FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) POR *Rhizoctonia solani* Kühn EN
CHAPINGO, MÉXICO.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN CIENCIAS EN:
PROTECCIÓN VEGETAL**

PRESENTA:

JUAN MANUEL RUIZ TAPIA



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
CENTRO DE EXAMENES PROFESIONALES



910121

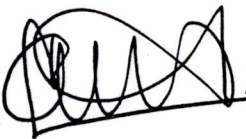
CHAPINGO, MÉXICO. OCTUBRE DE 1999.



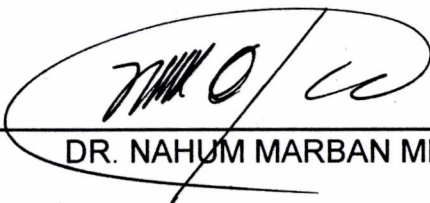
**MANEJO INTEGRADO DE LA PUDRICIÓN RADICAL DEL FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) POR *Rhizoctonia solani* Kühn EN CHAPINGO,
MÉXICO.**

Tesis realizada por Juan Manuel Ruiz Tapia bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL


DIRECTOR: _____
M C. CECILIO MENDOZA ZAMORA


ASESOR: _____
DR. SEBASTIAN ROMERO COVA


ASESOR: _____
DR. NAHUM MARBAN MENDOZA

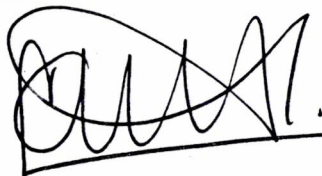
34667

Chapingo, México. Octubre de 1999.

**MANEJO INTEGRADO DE LA PUDRICIÓN RADICAL DEL FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) POR *Rhizoctonia solani* Kühn EN CHAPINGO,
MÉXICO.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Juan Manuel Ruiz Tapia autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



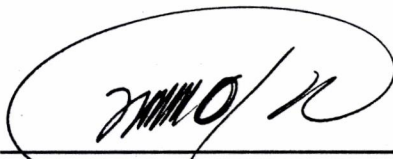
M C. CECILIO MENDOZA ZAMORA

ASESOR:



DR. SEBASTIAN ROMERO COVA

ASESOR:



DR. NAHUM MARBAN MENDOZA

Chapingo, México. Octubre de 1999.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme alcanzar una meta más en la vida con la firme convicción de poder servir mejor a la sociedad.

A mis padres: Sr. Juan Ruiz Rodríguez y la Sra. Concepción Tapia Silva, quienes desde el mismo momento de concebirme hicieron de mí un triunfador.

A mis hermanos: Rodolfo, Leopoldo, Irma, Filomena, y, Sergio Francisco, fuente de inspiración para abrirme paso ante cualquier adversidad.

A todos mis sobrinos (as) quienes con sus diabluras me han enseñado que nunca hay que darse por vencido ante las adversidades.

A todas aquellas personas que comparten mi filosofía: ser hoy mejores que ayer, mañana mejores que hoy.

A todos mis amigos con quienes pase gratos momentos de alegría, pero también momentos de arduo y duro trabajo a quienes no necesito mencionar porque ellos ya saben a quienes me refiero.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, la Universidad Autónoma Chapingo, por permitirme incursionar en el mundo del saber, dando así un paso más hacia mi consolidación profesional.

Al Departamento de Parasitología Agrícola y en especial al Programa de Maestría en Protección Vegetal, por brindarme las facilidades para poder culminar una meta más en mi vida, adquiriendo todos los conocimientos necesarios para poder luchar en forma decidida por una agricultura sana y productiva.

Al Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) por auspiciar mis estudios de postgrado y así poder ascender un escalón más en mi formación profesional.

Al MC. Cecilio Mendoza Zamora. Director de Tesis y amigo sincero; ejemplo de superación y entrega al trabajo, por todas las facilidades otorgadas para poder culminar el presente trabajo.

Al Dr. Sebastián Romero Cova. Por su paciencia, por todas las sugerencias hechas al presente trabajo con el único fin de enriquecer la forma y contenido del mismo.

Al Dr. Nahúm Marbán Mendoza, por todas las facilidades otorgadas para la culminación del presente trabajo.

Al MC. Antonio Segura Miranda. Director del Departamento de Parasitología Agrícola, por brindarme la facilidad de hacer uso de las instalaciones del Departamento en la culminación de mi tesis de grado.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma colaboraron con su granito de arena en la elaboración de la presente, a quienes no menciono por temor a omitir a alguno de ellos.

AUTOBIOGRAFÍA

Juan Manuel Ruiz Tapia nació en México, D. F. el día 7 de Agosto de 1971; desde muy temprana edad fue trasladado al Estado de Michoacán, lugar donde ha residido hasta la fecha. Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, en 1996; con cédula profesional 2418353.

A lo largo de su formación personal y profesional ha recibido diferentes reconocimientos, entre los que destacan: Cuadros de honor y la "Distinción Efraim Hernández X". Ha asistido a numerosos eventos entre los que podemos mencionar: Liderazgo y Desarrollo Profesional, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, Creación y Administración de Pequeñas Empresas, Certificación de Estudios de Efectividad Biológica de Plaguicidas, Evento para la aprobación en materia de Signatario de Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario, Evento de aprobación de profesionales como Verificadores de Empresas de Plaguicidas. De igual manera ha participado en numerosos eventos científicos como Reuniones Internacionales sobre Manejo Integrado de Plagas, Legislación Fitosanitaria, Taller de Análisis, Diagnóstico y Perspectivas del Sistema de Evaluación de la Conformidad en el Sector Agropecuario. El mayor interés en el ámbito de la fitosanidad lo ha enfocado hacia el diagnóstico y control de Hongos Fitopatógenos. Actualmente se desempeña como profesional independiente para empresas privadas.

CONTENIDO

	Pg.
LISTA DE CUADROS.....	i
LISTA DE CUADROS DEL APENDICE.....	iv
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. LAS PUDRICIONES RADICALES DEL FRIJOL.....	4
2.1.1 Pudriciones radicales en frijol.....	5
2.2. EL GENERO <i>Rhizoctonia</i>	6
2.2.1. <i>Rhizoctonia solani</i>	7
2.2.2. Importancia y distribución.....	7
2.2.3. Ubicación taxonómica.....	8
2.2.4. Fase sexual.....	9
2.2.5. Morfología del patógeno.....	9
2.2.6. Fisiología del patógeno.....	10
2.2.7. Grupos de anastomosis.....	11
2.2.8. Ciclo biológico.....	11
2.2.9. Síntomas y daños.....	13
2.2.10. Control de <i>R. solani</i>	15
2.2.10.1. Prácticas culturales.....	15
2.2.10.2. Control genético.....	17
2.2.10.3. Control biológico.....	18
2.2.10.4. Control químico.....	20
2.3. PUDRICION DE RAIZ POR <i>Fusarium</i>	21
2.4. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP).....	23

2.5. BIOCONTROL.....	25
2.5.1. Definición.....	25
2.5.2. Biocontrol natural.....	25
2.5.3. Introducción de antagonistas.....	26
2.5.4. Modificación del ambiente.....	26
2.6. Uso de residuos organicos.....	27
2.6.1. Mejoradores del suelo y coberturas.....	27
2.7. LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO.....	28
2.7.1. Bondades y beneficios de la materia orgánica.....	28
2.7.2. ACTIVIDAD MICROBIANA DEL SUELO.....	31
2.7.2.1. Procesos biológicos en los suelos.....	31
2.7.2.2. Efecto de la materia orgánica sobre patógenos.....	32
2.7.2.3. Efecto de la materia orgánica y tiempo de incorporación.....	33
2.7.2.4. Efecto de los Modificadores Orgánicos sobre el pH.....	33
2.8. PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN.....	33
2.8.1. Factores que influyen en la degradación.....	34
III. MATERIALES Y METODOS.....	36
3.1. Localización del experimento.....	36
3.2. Diseño experimental.....	36
3.3. Tratamientos.....	35
3.4. TRABAJO DE CAMPO.....	37
3.4.1. Preparación del suelo.....	37
3.4.2. Aplicación de Tratamientos (pajas).....	38
3.4.3. Aplicación de Fungicidas.....	38
3.4.4. Siembra.....	39
3.5. Parámetros evaluados.....	39
3.5.1. Número de plantas emergidas.....	39
3.5.2. Altura de plantas.....	39

3.5.3. Aislamiento e identificación del patógeno involucrado.....	40
3.5.4. Porcentaje de infección.....	40
3.5.5. Número de vainas por planta.....	41
3.5.6. Peso seco y rendimiento.....	41
3.5.7. Análisis de resultados.....	42
3.5.8. Riegos.....	42
3.5.9. Control de malezas.....	42
3.5.10. Control de plagas.....	43
3.5.11. Control de enfermedades.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
4.1. Identificación de <i>Rhizoctonia solani</i>	44
4.2. CICLO 1997.....	44
4.2.1. Número de plantas emergidas.....	44
4.3. Evaluación del porcentaje de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	46
4.3.1. Primera evaluación.....	46
4.3.2. Segunda evaluación.....	49
4.4. altura de plantas.....	50
4.4.1. Primera lectura.....	50
4.4.2. Segunda lectura.....	51
4.4.3. Tercera lectura.....	53
4.4.4. Cuarta lectura.....	55
4.5. Número de vainas por planta.....	57
4.6. Peso seco.....	58
4.7. CICLO 1998.....	60
4.7.1. Número de plantas emergidas.....	60
4.7.2. PORCENTAJE DE INFECCION.....	62
4.7.2.1. Primera evaluación.....	62
4.7.2. 2. Segunda evaluación.....	64

4.7. 3. ALTURA DE PLANTAS.....	66
4.7.3.1. Primera lectura.....	66
4.7.3.2. Segunda lectura.....	68
4.7.3.3. Tercera lectura.....	70
4.7.3.4. Cuarta lectura.....	72
4.7.4. Número de vainas por planta.....	74
4.7.5. Rendimiento.....	75
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. LITERATURA CITADA.....	79
VII. APENDICE.....	92

LISTA DE CUADROS

	Pg
Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de enfermedades de la raíz en frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en Chapingo, México. 1997 y 1998.	37
Cuadro 2. Escala visual para evaluar el grado de infección en raíz de plantas de frijol por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en Chapingo, Edo. de México. 1997 y 1998.	41
Cuadro 3. Comparación de medias correspondiente al número de plantas de frijol emergidas en el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	45
Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia soloani</i> Kühn en la primera evaluación en el cultivo de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	47
Cuadro 5. Comparación de medias correspondiente a la segunda lectura de altura de plantas en el cultivo del frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	52
Cuadro 6. Comparación de medias correspondiente a la tercera lectura de altura de plantas de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	54

Cuadro 7. Comparación de medias de la variable correspondiente a la altura de plantas de frijol en su cuarta lectura, durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	55
Cuadro 8. Comparación de medias correspondientes a la variable peso seco del frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	59
Cuadro 9. Comparación de medias del porcentaje de infección en raíz e hipocótilo en plantas de frijol en la primera lectura durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	63
Cuadro 10. Comparación de medias del porcentaje de infección en raíz e hipocótilo en plantas de frijol en la segunda lectura durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	65
Cuadro 11. Comparación de medias de la variable altura de plantas en la primera lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	67
Cuadro 12. Comparación de medias de la altura de plantas en la segunda lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	69
Cuadro 13. Comparación de medias de la variable altura de plantas en la tercera lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	70

Cuadro 14. Comparación de medias de la altura de plantas en la cuarta lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	72
Cuadro 15. Comparación de medias de la variable número de vainas por planta en el cultivo del frijol durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	74
Cuadro 16. Comparación de medias de la variable correspondiente al rendimiento en el cultivo del frijol durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	76

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

	Pg
Cuadro 1. Análisis de varianza del número de plantas emergidas durante el primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	92
Cuadro 2. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la primera evaluación del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	92
Cuadro 3. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la segunda evaluación del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	92
Cuadro 4. Análisis de varianza correspondiente a la variable primera lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	93
Cuadro 5. Análisis de varianza correspondiente a la variable segunda lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	93
Cuadro 6. Análisis de varianza correspondiente a la variable tercera lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	93

Cuadro 7. Análisis de varianza correspondiente a la variable cuarta lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	93
Cuadro 8. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de vainas/planta del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	94
Cuadro 9. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.	94
Cuadro 10. Análisis de varianza del número de plantas emergidas durante el el segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	94
Cuadro 11. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la primera evaluación del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	94
Cuadro 12. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la segunda evaluación durante el segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	95
Cuadro 13. Análisis de varianza correspondiente a la variable primera lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	95

Cuadro 14. Análisis de varianza correspondiente a la variable segunda lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	95
Cuadro 15. Análisis de varianza correspondiente a la variable tercera lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	95
Cuadro 16. Análisis de varianza correspondiente a la variable cuarta lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	96
Cuadro 17. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de vainas/planta del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	96
Cuadro 18. Análisis de varianza correspondiente a la variable rendimiento del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.	96
Cuadro 19. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en la segunda evaluación en el cultivo de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	97
Cuadro 20. Comparación de medias correspondiente a la primera lectura de altura de plantas de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	97

Cuadro 21. Comparación de medias correspondiente a la variable número de vainas por planta durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.	98
Cuadro 22. Comparación de medias del número de plantas de frijol emergidas en el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.	98

RESUMEN

Durante 1997 y 1998 se evaluaron varios sustratos y fungicidas: paja de cebada, paja de maíz, paja de alfalfa, pencycuron, tiabendazol y combinaciones de los mismos, para reducir los daños provocados al frijol por *Rhizoctonia solani* Kühn. Los parámetros evaluados fueron: número de plantas emergidas, porcentaje de infección en raíz e hipocótilo, altura de plantas, número de vainas por planta, peso seco y rendimiento. En relación al número de plantas emergidas el mejor tratamiento fue paja de cebada, mientras que para el daño en raíz e hipocótilo los mejores tratamiento fueron paja de cebada y paja de cebada+pencycuron; por otro lado, los tratamientos paja de cebada y tiabendazol resultaron ser los mejores en cuanto a altura de plantas; mientras que, para número de vainas por planta, el mejor resultado se obtuvo con paja de cebada, paja de maíz y tiabendazol+pencycuron. Referente a peso seco, los mejores tratamientos fueron paja de cebada y tiabendazol, y respecto al rendimiento, los mejores tratamientos fueron paja de cebada y paja de cebada+pencycuron.

PALABRAS CLAVE: Manejo integrado, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizoctonia solani*.

SUMMARY

During 1997 and 1998 several substrates and fungicides: barley straw, corn straw, alfalfa straw, pencycuron, thiabendazol and combinations of them, to reduce damages by *Rhizoctonia solani* Kühn were evaluated. The evaluated parameters were: number of emerged plant, percent of root and hypocotyl infection, plant height, number of pods per plant, dry weight and yield. In relation to plant emergence parameter the best treatment was barley straw, while to root and hypocotyl infection the best treatment were barley straw and barley straw+pencycuron; on the other hand, the barley straw and thiabendazol best favored plant height; while for number of pods per plant the best treatments were corn straw and thiabendazol+pencycuron. Barley straw and thiabendazol treatments were the best for dry weight, and barley straw and barley straw+pencycuron promoted the best yield.

KEY WORDS: Integrated management, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizoctonia solani*.

I. INTRODUCCION

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es importante en México por la superficie sembrada y por ser fuente de proteínas para la población con más bajos ingresos (Lépiz, 1982).

En nuestro país, la superficie destinada a este cultivo ha llegado a superar los 2,000,000 de hectáreas, pero cabe señalar que dicha cifra ha ido variando a través de los años (Lépiz, 1983); para 1997 se reporta una superficie cultivada de 2, 319, 561 ha (Anónimo, 1997). Esta leguminosa se cultiva en todo el país, sin embargo, existen regiones que destacan debido a la superficie destinada para su producción y por la cantidad de grano que aportan al consumo nacional, como los Estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, quienes aportan más del 60% del total nacional (Lépiz, 1983).

Cerca del 85% de la superficie sembrada es bajo condiciones de temporal y el resto en riego y humedad residual (Campos, 1990). Este cultivo se produce en dos ciclos agrícolas, primavera-verano y otoño-invierno.

México es el quinto productor de frijol a nivel mundial con una producción promedio anual para la década de los 80's de 1,019.4 millones de toneladas, obtenidas de un área cosechada de 1.97 millones de hectáreas con un rendimiento de 560 kg/ha en promedio (Ramírez, 1994).

Para 1996 se registra una superficie cosechada de 1,966.000 ha con un rendimiento de 706 kg/ha, alcanzando de esta manera una producción de 1,388.000 toneladas (Anónimo, 1996)

Los principales factores que limitan la producción de frijol en nuestro país son: las enfermedades, plagas y malezas, y de acuerdo a la severidad con que se presenten, los rendimientos se verán disminuidos en diferente grado.

Algunas de las enfermedades que atacan al cultivo del frijol son las siguientes: Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Roya (*Uromyces phaseoli-typica*), Mancha angular (*Isariopsis griseola*), Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Mildiú (*Phytophthora phaseoli*), Cenicilla (*Erysiphe polygoni*), Pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseoli*), Pudrición radical (*Sclerotium rolfsii*), Pudrición seca de la raíz (*Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*), Marchitez por *Pythium* (*Pythium* sp.) y Marchitez por *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*), entre otros; además de las enfermedades causadas por bacterias, virus y nematodos. (Campos, 1987).

Los fitopatógenos del suelo son uno de los principales factores limitantes de la producción en México. Estos hongos se encuentran entre los más difíciles de controlar y el método de control más ampliamente utilizado ha sido el químico. Sin embargo, el uso de plaguicidas cada vez es más restringido debido a problemas de contaminación ambiental; por lo cual es importante dirigir nuestros esfuerzos hacia la búsqueda de alternativas biológicas y/o ecológicas para manejar estos patógenos en los agroecosistemas (Salazar *et al.*, 1990).

De igual manera, es necesario buscar nuevas alternativas que coadyuven al manejo de los patógenos que atacan a este cultivo, tomando en consideración los elementos que faciliten su implementación; sobre todo, para controlar aquellos patógenos que afectan la raíz de la planta, como *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* sp., entre otros.

R. solani tiene una distribución muy amplia debido a las características polífagas del hongo, causando enfermedades en plantas taxonómicamente separadas. En México, se encuentra en todas las zonas donde se cultiva el frijol. Se encuentra en América Latina y en todo el mundo (Hall, 1991; González, 1984; Lépez, 1983; Schwartz y Gálvez, 1980)

Las semillas en su proceso de germinación y las plántulas pueden ser atacadas y dañadas, pudiendo afectarse en forma muy considerable la población de plantas por muerte prematura. El ahogamiento es el síntoma más común en la mayoría de los cultivos que afecta, aunque también puede provocar pudriciones (Anónimo, 1992; Agrios, 1986)

Crispín *et al.* (1976) y León (1978) mencionan que el patógeno afecta la germinación de semillas, destruye el sistema radicular y causa muerte de plantulas. Tiene una capacidad patogénica extraordinaria, cuando las plantas son jóvenes pueden morir poco después de la infección (González, 1984)

Existen algunas prácticas culturales que ayudan a reducir los daños ocasionados por este patógeno, como la profundidad de siembra; otras tácticas son el uso de variedades resistentes y microorganismos antagónicos, así como el uso de productos químicos; pero la mejor manera de controlar a este patógeno es mediante la búsqueda o la implementación de otras medidas de control o combinación de las ya existentes, impulsando lo que se conoce como manejo integrado. Con la finalidad de investigar el potencial de los métodos de control hasta ahora conocidos, para evitar la resistencia de los patógenos a fungicidas al emplear sólo el control químico, así como la relación beneficio-costos del cultivo al implementar las medidas anteriores, se decidió realizar el presente trabajo con los siguientes:

OBJETIVOS

1. Evaluar varios métodos de control de manera integrada para reducir la pudrición de la raíz del frijol por *Rhizoctonia solani*.
2. En base a los resultados obtenidos proponer alternativas para el manejo de las enfermedades radicales del frijol.

II REVISION DE LITERATURA

2.1. LAS PUDRICIONES RADICALES DEL FRIJOL

Las pudriciones radicales que afectan el frijol común han sido muy poco estudiadas en América Latina en comparación con las enfermedades foliares. Existen pudriciones radicales específicas ampliamente conocidas, pero son pocos los estudios o investigaciones relacionados con las pérdidas en el rendimiento y con el desarrollo de medidas de control adaptadas a zonas específicas de producción. Aunque los agentes causales de las pudriciones radicales producen síntomas más o menos conspicuos que los ocasionados por los agentes de enfermedades foliares, las pudriciones radicales también pueden disminuir significativamente el desarrollo de las plantas y su producción (Schwartz, 1980).

Las pudriciones radicales han causado daños muy considerables en el noreste del Brasil, México, Nicaragua, Perú, Estados Unidos y muchos otros países (Schwartz, 1989).

Las pudriciones de raíz son causadas por varios patógenos, que pueden ocasionar fallas en la germinación de las semillas, muerte de las plántulas antes o después de la emergencia, destrucción parcial o total del sistema radicular ó pudrición seca o húmeda de la raíz y del tallo (León, 1978).

Las pérdidas debido a las pudriciones radicales son variables de acuerdo al cultivo, estación, tipo de suelo y el clima (Lucas *et al.*, 1985).

Katan (1980) menciona que los patógenos del suelo causan severos daños en la mayoría de los cultivos agrícolas y reducen tanto el rendimiento como la calidad. Cuando las pérdidas son elevadas es necesario cambiar a cultivos menos susceptibles o en su defecto abandonar el área infestada. Esto ocurre especialmente en regiones en las cuales pocos cultivos son sembrados

en el mismo suelo, de tal manera que es necesario desarrollar métodos para el control de estas enfermedades con el fin de asegurar cosechas altas y provechosas.

Las plantas con pudriciones de la raíz, dependiendo del patógeno involucrado, presentan lesiones hundidas o simples manchas que varían en color, forma y tamaño a lo largo del hipocótilo, el follaje se torna amarillento y existe una disminución en el número de frutos (Crispin *et al.*, 1976).

Las pérdidas económicas se pueden reducir mediante la manipulación de uno o más de los componentes vivos involucrados en la enfermedad, es decir, el patógeno, el hospedante y los microorganismos del suelo. En las últimas décadas se han desarrollado diversos métodos en el laboratorio e invernadero con éxito, pero pocos de ellos han sido trasladados en forma práctica al campo (Katan, 1980).

2.1.1. Pudriciones radicales en frijol

Las pudriciones de la raíz son algunos de los problemas que afronta el cultivo del frijol, ya que son varios los patógenos que las causan. Estos organismos son muy comunes en la flora de la mayor parte de los suelos de las regiones productoras de frijol y atacan en forma individual o asociados, por lo cual dificulta los métodos de combate o éstos se tornan ineficientes (Crispin *et al.*, 1976).

Los patógenos que causan las pudriciones radicales ocasionan: fallas en la germinación de las semillas, muerte de plántulas antes de la emergencia, daños no solamente en estado de plántula, sino en la planta adulta, destrucción parcial o total del sistema radicular y pudrición seca o húmeda de la raíz y del tallo, la cual se prolonga hasta algunos centímetros sobre el nivel del suelo, causando plantas débiles susceptibles a caerse o acamarse fácilmente o la muerte de las mismas (Crispin *et al.*, 1976).

Las pudriciones de la raíz son causadas por varios patógenos, entre los que se encuentran: *Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (Burk) Snyder & Hansen y *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Crispin *et al.*, 1976 y León, 1978).

Una planta con tales síntomas ofrece muy poca resistencia al arrancarla, porque tiene destruidas sus raíces y raícecillas, y sólo se mantiene en pie por la raíz pivotante y algunas raíces adventicias cercanas a la superficie del suelo. Las plantas con pudriciones radicales muestran varios síntomas, como el amarillamiento y la muerte de las hojas inferiores de la planta; a medida que transcurre el tiempo, dicho amarillamiento es general en toda la planta, y en caso de que las plantas sobrevivan, sus hojas presentan un color café, como si estuvieran quemadas (Crispin *et al.*, 1976; León, 1978).

Las plantas con pudriciones de la raíz, dependiendo del patógeno involucrado, presentan lesiones hundidas o simples manchas que varían de color, tamaño y forma a lo largo del hipocótilo; el follaje se torna amarillento, disminuye el número de vainas, o el grano no alcanza a llenar. Como medio de defensa contra el ataque de este tipo de patógenos, las plantas atacadas emiten nuevas raíces secundarias (adventicias) para reemplazar a las que se han podrido; las variedades de crecimiento indeterminado (guía) que son tolerantes a pudriciones radicales, son las que comúnmente presentan esas características, no así las de mata. Todos los síntomas del follaje son el resultado indirecto de la destrucción de las raíces, pues éstas no pueden absorber agua ni elementos nutritivos (Crispín *et al.*, 1976; León, 1978).

2.2. EL GENERO *Rhizoctonia*

Es un habitante natural del suelo con gran capacidad patogénica. Existe una cepa específica para el frijol y los daños que causa son de diferente grado de severidad, dependiendo de las condiciones prevalecientes como la humedad y la temperatura del suelo, así como del estado nutricional del inóculo y de los exudados producidos por las raíces de las plantas (Mendoza y Pinto, 1985).

2.2.1. *Rhizoctonia solani*

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

En el cultivo del frijol provoca la pudrición de raíces, enfermedad muy conocida por su distribución en todo el mundo. Los nombres más comunes utilizados para la pudrición de la raíz por *Rhizoctonia* en América Latina son: cancro, tizón, tombamento, podredumbre del tallo y en los países de habla inglesa se conoce como *Rhizoctonia* root rot (Romero, 1988; Schwartz, 1980).

2.2.2. Importancia y distribución

R. solani tiene una distribución muy amplia debido a sus características polífagas, causando enfermedades en diversas plantas taxonómicamente diferentes. En muchos lugares se le conoce como cáncer del cuello, tallo hueco, *damping-off* y pudrición del tallo (González, 1984).

Esta enfermedad se encuentra en todas las zonas donde se cultiva frijol en México, aunque en ocasiones sus daños no son de importancia económica. En el Noroeste del país, este hongo se presenta atacando al frijol principalmente en estado de plántula y sólo en ocasiones causa daños de importancia, es más frecuente en los Estados de Sinaloa, Nayarit, Tamaulipas, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos y Tabasco (Lépiz, 1983; Campos, 1987). Las semillas en su proceso de germinación y las pequeñas plántulas, pueden ser atacadas y dañadas, pudiendo afectarse en forma muy considerable la población de plantas en el terreno de cultivo al causar su muerte. El daño causado por *R. solani* ha sido reportado en los Estados de Veracruz y Tamaulipas en la Región Oriental en la Costa del Golfo de México, así como en los estados de Sinaloa, Durango, Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato, Centro de Chiapas y Yucatan. En las zonas productoras de Durango, se han reportado disminuciones en rendimiento hasta del 35% atribuibles al complejo de pudriciones radicales (Anónimo, 1992).

Mendoza y Pinto (1985) indican que *R. solani* tiene una amplia distribución y vive en el suelo como parásito facultativo o como saprófito. Tiene un amplio rango de hospedantes; ocasiona marchitez en: algodón, frijol, fresa, papa, chícharo, crucíferas, haba, tabaco, clavel, gladiola, cebolla, ajo, espárrago, soya, berenjena, tomate y chile.

Los mismos autores mencionan que las pérdidas ocasionadas en hortalizas van desde el 20 al 50% de plantas muertas, en siembra directa; además de esta pérdida se deben agregar los gastos de replante, diferencias en maduración y reducciones en rendimiento.

Finalmente hay que señalar que los patógenos que causan pudriciones radicales se encuentran en todas las regiones donde se cultiva el frijol. La importancia económica es difícil de evaluar, por ejemplo, uno de los efectos principales del ataque de estos patógenos es la mala germinación. Sin embargo, este efecto también puede ser debido al uso de semilla de mala calidad y a condiciones físicas desfavorables del suelo, entre otras causas (Beebe, 1984).

2.2.3. Ubicación taxonómica

Reino.....	Myceteae
División.....	Amastigomycota
Subdivisión.....	Deuteromycota
Clase-forma.....	Deuteromycetes
Subclase.....	Hyphomycetidae
Orden.....	Mycelia sterilia
Género.....	<i>Rhizoctonia</i>
Especie.....	<i>R. solani</i>

(Alexopoulos, 1985).

2.2.4. Fase sexual

Reino.....	Myceteae
División.....	Amastigomycota
Clase.....	Basidiomycetes
Subclase.....	Holobasidiomycetidae
Orden.....	Tulasnellales
Familia.....	Telephoraceae
Género.....	<i>Thanatephorus</i>
Especie.....	<i>T. cucumeris</i>

(Alexopoulos, 1985).

2.2.5. Morfología del patógeno

Romero (1988) indica que *R. solani* no produce esporas, las fructificaciones asexuales están ausentes y las sexuales son poco frecuentes; produce esclerocios cafés o negros, de forma variable, frecuentemente pequeños y no muy compactos, formados por filamentos miceliales y conectados a ellos; hifas del micelio cafés, con células grandes y ramas saliendo aproximadamente en ángulo recto.

A pesar de que existe gran variabilidad en las características morfológicas, los aislamientos de *R. solani* generalmente se pueden identificar por producir: células del micelio multinucleadas, especialmente en las hifas vegetativas jóvenes, constricción de las ramificaciones hifales en el punto de unión con la hifa principal y la formación de una septa en la ramificación del punto de origen, una ramificación cerca de la septa distal de las células en las hifas jóvenes, y coloración café de las hifas aéreas maduras (Parmeter y Whitney, 1970; Anónimo, 1992). El micelio es incoloro, cuando joven y cuando envejece se torna cafésoso (Mendoza y Pinto, 1985; Weber, 1973).

El hongo puede producir células monilioides y esclerocios, aunque no en todos los aislamientos; cuando se aísla en PDA, el hongo difiere en coloración de micelio y cantidad de esclerocios producidos (Campos, 1987).

Thanatephorus cucumeris es la fase perfecta de *R. solani*, forma basidios en la base de las plantas, sobre todo cuando hay abundante lluvia. Los basidios son cortos, tienen forma de barril, con esterigmas rectos (Campos, 1987). Las basidiosporas son lisas, hialinas, de pared celular delgada. Algunos aislamientos de *R. solani* se pueden inducir para que produzca el estado basidial *in vitro* (Flentje, 1956; Sims, 1956; Kilpatrick, 1966). Estas basidiosporas de acuerdo con Papavizas y Ayers (1964) aparentemente pierden su virulencia en el suelo lentamente, pero consistentemente a través del tiempo en el suelo, sugiriendo que tal declinación es producto del decremento en el inóculo potencial del patógeno causado por el agotamiento de ciertos nutrientes en varias bases alimenticias existentes en el suelo o introducidas a éste junto con el inóculo.

2.2.6. Fisiología del patógeno

R. solani utiliza las fuentes de carbono y minerales muy eficientemente, sin embargo, no existe una fuente de carbono específica que permita el crecimiento de todos los aislamientos. Los aislamientos de *R. solani* generalmente son auxotróficos, pero algunos requieren factores de crecimiento específicos (Steinberg, 1950; Akai *et al.*, 1960; Ross, 1960; Sherwood, 1969).

La temperatura óptima para el crecimiento del hongo es de 23-28 °C, aunque se han registrado temperaturas óptimas inferiores o superiores para varios aislamientos (Ui *et al.*, 1963).

Por otro lado, los aislamientos pueden reaccionar de manera diferente a variaciones en los niveles de pH, pero la mayoría de ellos logran un crecimiento óptimo a un pH entre 5 y 7 (Sherwood, 1970).

2.2.7. Grupos de anastomosis

La anastomosis se define como la fusión de hifas con intercambio de núcleos entre hifas de un mismo grupo; puede existir fusión entre hifas de aislamientos diferentes, pero esto no es muy frecuente (Vilgalys y Cubeta, 1994; Anderson, 1986; citados por Elías, 1997). A los aislamientos clasificados de esta forma se les conoce como grupos de anastomosis (AG, por sus siglas en inglés).

Agrios (1996) indica que la existencia de los grupos de anastomosis en *R. solani* representa el aislamiento genético de las poblaciones de cada grupo. Asimismo señala que aún cuando los diferentes grupos de anastomosis no sean totalmente específicos de su hospedante, muestran algunas tendencias bastante definidas: los aislados de un grupo de anastomosis AG1 producen pudrición de las semillas y del hipocotilo y tizones de los tejidos y partes aéreas (vainas) de muchas especies vegetales; los aislamientos del grupo AG2 ocasiona un cancro de los cultivos que producen raíces comestibles y muchos de ellos causan enfermedades de la raíz de las crucíferas; los aislamientos del grupo AG3 afectan principalmente a las plantas de papa y causan en ellas cancrisis del tallo y lesiones en los estolones y también forman esclerocios negros en los tubérculos; los aislamientos del grupo AG4 infectan a una amplia gama de especies vegetales y ocasionan pudrición del hipocótilo y de las semillas en casi todas las angiospermas y lesiones del tallo cerca de la superficie del suelo en la mayoría de las leguminosas, algodón y remolacha azucarera.

2.2.8. Ciclo biológico

Las condiciones que favorecen la incidencia de la enfermedad son un exceso de humedad en el suelo y temperatura alrededor de 15 °C (Mendoza y Pinto, 1995).

Este hongo produce estructuras de resistencia llamadas esclerocios que dan la apariencia, como de costras negras, las cuales quedan adheridas en las raíces. Se producen al inicio de las lluvias. En plantas suculentas como clavel, gladiola, etc., se puede observar el micelio como filamentos gruesos de color café, o ámbar a la altura del cuello de la raíz. También sobrevive en residuos de cosecha y se disemina en la semilla. Los esclerocios germinan entre 8-30 °C, con un óptimo de 21-25 °C (Mendoza y Pinto, 1985).

Agrios (1986) menciona que el hongo inverna casi siempre en forma de micelio, o esclerocios en el suelo, en plantas perennes infectadas o en órganos de propagación tales como tubérculos de papa. El hongo invade también a otros hospedantes tales como el frijol, berenjena, pimiento y tomate, y puede ir en la semilla. Se encuentra presente en la mayoría de los suelos y una vez que se ha establecido en un campo, permanece por tiempo indefinido.

El hongo se propaga con la lluvia, riego, así como con los órganos de propagación infectados o contaminados. Con respecto a la mayoría de las razas del hongo, la temperatura óptima para que se produzca infección se encuentra cerca de 15-18 °C, pero algunas razas muestran una mayor actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35 °C.

El inóculo de *R. solani* consiste de esclerocios y micelio. La importancia de las basidiosporas como fuente de inóculo se desconoce. El inóculo puede sobrevivir en el suelo como esclerocios, o hifas de pared gruesa asociados con los residuos de cosecha y/o mediante su crecimiento saprofítico en la materia orgánica. Las variantes patogénicas se pueden originar durante la producción de basidiosporas, o más frecuentemente, mediante la anastomosis hifal entre diferentes aislamientos en campo (Boosalis y Scharen, 1959; Daniels, 1963; Bolkan y Butler, 1972 y 1974).

El patógeno puede infectar al hospedante en dos formas: a través de la cutícula y epidermis en forma mecánica. En un inicio el hongo produce un "cojinete" de infección a partir del cual emite clavijas de infección, las hifas pueden penetrar individualmente a través de aberturas o heridas. Una vez que se da la infección, el hongo se ramifica rápidamente a través de las células adyacentes y tejidos. Las enzimas celulolíticas y pectolíticas producidas por el

patógeno son muy importantes para la patogenicidad. La enfermedad es más severa en temperaturas de 15-18 °C. A 21 °C hay una disminución de manera substancial, debido quizás a la rapidez en la emergencia de las plantas y, por lo tanto, hay un escape a la infección. A temperaturas por debajo de los 9 °C hay pocas lesiones y además son pequeñas, debido a posibles efectos directos sobre el hongo (Hall, 1991).

Los esclerocios pueden sobrevivir durante 5 años en la mayoría de los suelos. Los exudados producidos durante la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces de las plantas estimulan la germinación de los esclerocios.

Si las condiciones son favorables al hongo, los síntomas aparecen de 3-7 días después de la infección (Lucas *et al.*, 1985).

2.2.9. Síntomas y daños

El hongo puede producir ahogamiento (*damping-off*), pudrición del cuello, cancro del tallo, pudrición radical y pudrición de la vaina (Christou, 1962). El ahogamiento es quizás el síntoma más común que produce este patógeno en la mayoría de las plantas que afecta. Se produce principalmente en suelos fríos y húmedos. Las plántulas muy jóvenes pueden ser destruidas poco después de que han emergido del suelo. Antes de que la planta emerja, el hongo ataca y mata al meristemo; sin embargo, las plántulas carnosas y gruesas, tales como las de las leguminosas y los brotes de los tubérculos de papa, pueden mostrar puntas muertas prominentes de color café y lesiones antes de ser destruidas. Una vez que las plántulas han emergido, el hongo ataca al tallo y lo hace reblandece, perdiendo resistencia para sostener a la planta, la cual se desploma y muere. Las plántulas maduras también son atacadas por el hongo, pero sólo hay invasión de los tejidos corticales externos en los que produce lesiones grandes y de un color que va del pardo al rojizo. La longitud y anchura de dichas lesiones aumenta hasta que finalmente cubren el tallo y la planta puede morir, o como ocurre con frecuencia en las crucíferas, antes de que la planta muera, el tallo se rompe, provocando lo que se conoce como tallo de alambre (Agrios, 1986).

Los momentos más críticos del daño ocurren durante las etapas V0-V2 de fenología del cultivo de frijol, siendo precisamente en estas etapas cuando las plántulas pequeñas son más susceptibles al hongo (Anónimo, 1992).

Cuando las plantas son muy jóvenes, éstas pueden morir poco después de la infección, pero una vez que se han formado tejidos leñosos en los tallos estas lesiones dejan de ocasionar la muerte de toda la planta y sólo limitan el abastecimiento de nutrientes a las raíces, por afectación del xilema, y con ello causan la reducción de las posibilidades reproductivas de las plantas (González, 1984).

Beebe (1984) menciona que el patógeno ataca durante las primeras 2 semanas después de la siembra, especialmente cuando el frijol es más susceptible. Durante los estados iniciales de infección del hipocótilo y las raíces, el hongo puede ocasionar la formación de canchros circulares u oblongos, delimitados por márgenes de color café. A medida que la infección progresa, los canchros aumentan de tamaño, se tornan de color rojo, ásperos, secos y, en consecuencia, se retarda el crecimiento de la planta. Cuando la infección ocurre en estado de plántula, el hongo produce lesiones necróticas o un adelgazamiento del tallo donde se encuentra la lesión (Zaumayer y Thomas, 1957; Dhingra, 1978).

En los tallos y raíces suculentos y carnosos, así como en tubérculos, bulbos, cormos y otros órganos, el patógeno produce áreas podridas pardas que pueden ser superficiales o bien extenderse hacia la parte central de la raíz o del tallo. Es frecuente que los tejidos podridos se descompongan y se sequen. Las lesiones pueden empezar en la parte superior de la raíz carnosa, dando como resultado una pudrición de la corona que, en el campo, puede causar achaparramiento y amarillamiento, o la muerte del follaje (Agrios, 1986).

La canchrosis del tallo y pudrición de la raíz se presentan en plantas adultas. En éstas, justamente en la parte inferior de la superficie del suelo, se forman lesiones hundidas, de color café rojizo que, si las condiciones del suelo y clima son favorables, llegan a abarcar toda la base del tallo y las raíces (Romero, 1988).

2.2.10. Control de *R. solani*

2.2.10.1. Prácticas culturales

Existen diversas prácticas culturales que contribuyen a reducir la infección por *R. solani*. Por ejemplo, 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 acame de las plantas (Schwartz y Gálvez, 1980). Manning *et al.* (1967) encontraron que la semilla sembrada a 7.5 cm de profundidad presentaba mayor pudrición radical y daño en el hipocótilo que aquella sembrada solamente a 2.5 cm de profundidad.

La siembra debe posponerse hasta que la temperatura sea suficientemente alta como para disminuir la infección (Zaumeyer y Thomas, 1957; Bolkan, 1974). La rotación de cultivos con plantas no hospedantes puede reducir la incidencia de la pudrición radical del frijol, pero no elimina completamente al patógeno. Se ha encontrado que las poblaciones del patógeno disminuyen rápidamente en suelos sembrados con trigo, avena, cebada o maíz, pero los niveles permanecen relativamente altos en suelos sembrados con frijol o papa (Zaumeyer y Thomas, 1957).

Una de las alternativas a la rotación de cultivos consiste en modificar el suelo mediante la agregación de materiales en descomposición o bien incorporando residuos seleccionados de cosecha (Boosalis y Scharen, 1959; Snyder *et al.*, 1959; Manning y Crossan, 1967; Papavizas *et al.*, 1975).

Por otro lado, Snyder *et al.* (1959) demostraron que la infección del frijol disminuyó de manera significativa en el invernadero, mediante la incorporación de paja de cebada, trigo, o maíz. De igual manera, Manning y Crossan (1969) encontraron que la incorporación de maíz disminuyó de manera considerable la pudrición del hipocótilo bajo condiciones de invernadero y de campo y que este efecto inhibitor tuvo una duración aproximadamente de un año. Sin embargo, esta medida de control no se ha utilizado en forma extensiva bajo condiciones de campo.

Agrios (1986) menciona que debe evitarse sembrar 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 aereación de la superficie del suelo y de las plantas.

Por su parte Barrera (1977) en su estudio de densidades sobre el rendimiento, pudriciones radicales y componentes del rendimiento, concluyó que las distancias entre surcos de 60-70 cm y 5 cm entre plantas producen los rendimientos más altos por unidad de superficie.

Por otro lado, Zañudo (1995) concluyó que los arreglos topológicos afectaron el desarrollo de las variedades y que la densidad de plantas y su distribución no tuvieron efectos negativos sobre la incidencia y daños de plagas y enfermedades.

Debe atenderse la selección del suelo con un 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 (Romero, 1988).

Crispin *et al.* (1976) al respecto mencionan las siguientes medidas de control: efectuar rotación de cultivos, con el fin de reducir la cantidad de inóculo en el suelo; evitar el exceso y encharcamiento de agua, sembrando en terrenos bien drenados y nivelados; evitar hasta donde sea posible dar labores de cultivo cuando la planta ha crecido, para no dañar las raíces, pues las heridas son puertas de entrada a los organismos patógenos; sembrar a la profundidad adecuada, para proporcionar a la semilla condiciones favorables para su germinación y quemar los residuos de plantas, procurando no sembrar inmediatamente después, en caso de que los residuos se hayan enterrado.

Por su parte Lucas *et al.* (1985) recomiendan lo siguiente: No usar semilla contaminada con esclerocios de *Rhizoctonia solani*; usar semilla certificada tratada con fungicidas cuando sea posible y sembrar cuando las condiciones sean favorables al hospedante y no al patógeno.

Anónimo (1992) indica que en zonas productoras bajo condiciones de temporal, la siembra se debe hacer sobre camas para que pueda mantenerse un drenaje superficial, en lugares donde se tenga la opción de escoger diferentes fechas de siembra, se debe tener presente que las plántulas de frijol emergen más rápidamente del suelo a temperaturas superiores a 21 °C, con lo cual pueden escapar a la infección del hongo. De igual manera, los barbechos profundos a 30 cm permitirán disminuir la cantidad de inóculo en el suelo al incorporarse los residuos de cosecha varios meses antes de realizar la siembra.

2.2.10.2. Control genético

A menudo las plantas adultas son más resistentes a la infección por *R. solani* como resultado posiblemente del incremento en el contenido de calcio en el tejido de la planta, de la inducción de fitoalexinas y/o de la disminución de exudados del hipocótilo y de la raíz que estimulan la formación del "cojinete" de infección del hongo (Bateman y Lumsden, 1965; Pierre y Bateman, 1967; Smith *et al.*, 1975; Van Eatten y Bateman, 1970).

Se ha notado que algunas especies de frijol, como *Phaseolus coccineus* (Ayocote), *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *P. calcaratus* y *P. atropurpureus*, son muy tolerantes, pues aún estando atacadas producen cosecha, quizás debido a su abundante volumen radicular o a su reserva de alimento en sus gruesas raíces (Crispin *et al.*, 1976).

León (1978) menciona que existen algunas variedades tolerantes a razas prevalentes del hongo, tales como: Jamapa, CIAS 72, Culiacán 200, Cahita 100 y Toche 400.

Por otro lado, los extractos de las semillas que son de color negro contienen sustancias fenólicas que inhiben el crecimiento del hongo (Prasad y Weigle, 1976).

Dickson y Boettger (1977) encontraron una relación entre los materiales con semilla negra y la resistencia, pero también identificaron materiales con semilla blanca que son resistentes a *R. solani*.

Las líneas puras de frijol común B 3088 y B 3787 se registraron como altamente resistentes a la pudrición del tallo por *Rhizoctonia solani* (Zaumeyer y Meiners, 1975).

Para el combate de esta enfermedad en México, no existen medidas efectivas de control por el momento, y las decisiones que se tomen para la solución de este problema fitosanitario deben ser preventivas. Tampoco existen en el país variedades comerciales de frijol con tolerancia genética hacia esta enfermedad (Anónimo, 1992).

En contraposición, Díaz, (1993) menciona que la variedad Jamapa se ha comportado como tolerante a la enfermedad, mientras que Porrillo Sintético y Cornell 2114-12 son resistentes.

2.2.10.3. Control biológico

Existen algunos microorganismos utilizados en el control biológico de enfermedades en frijol; en específico podemos mencionar los siguientes: *Trichoderma* spp. *Gliocladium* spp. y *Laetisaria arvalis*, todos ellos contra *R. solani*

Weindling en 1932 hizo referencia de la efectividad con la que *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz, parasita las hifas de *Rhizoctonia* destruyéndolas (Harman *et al.*, 1980).

Hadar *et al.*, (1979) mediante pruebas *in vitro* detectaron que *T. harzianum* era un potente antagonista hiperparásito a *Rhizoctonia*, lo cual se confirmó con ensayos realizados en el invernadero.

De igual manera, Marshal (1982) obtuvo un biocontrol eficiente de ahogamiento en frijol inducido por *R. solani* cuando el suelo fue acidificado y las semillas fueron tratadas con conidios de *T. harzianum*. Al parecer las condiciones ácidas del suelo favorecen el crecimiento, así como las propiedades antagónicas de *T. harzianum*.

Roberti *et al.*, (1993) en un experimento que realizaron para ver la eficacia de dos especies de *Trichoderma*, encontraron que *Trichoderma harzianum* y *T. viride* fueron más efectivos que otros antagonistas. Lo anterior fue realizado tanto en invernadero como en campo.

Tu y Zheng (1993) realizaron una prueba para ver la compatibilidad de 3 agentes de biocontrol, en tratamiento a la semilla de frijol, para el control de la pudrición de raíz causada por *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Pythium ultimum*, con DCT (diazinon+captan+thiophanate-methyl) usado para el tratamiento a las semillas de frijol, pero poco efectivo. *In vitro*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* fueron compatibles con el DTC.

Reddy *et al.* (1994) probaron 120 bacterias diversas bajo condiciones de invernadero, con la finalidad de determinar la habilidad protectora a la semilla de frijol en preemergencia contra el damping-off, y la pudrición de raíz en postemergencia, causada por *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*. Del total de bacterias probadas, cinco resultaron patógenas a *R. solani*, ya que suprimieron la enfermedad, en comparación con los tratamientos sin control (testigos).

Tu (1991) realizó un estudio con muestras de suelo provenientes de un campo infestado con *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* y *Pythium ultimum*, diluyendo este suelo con otras muestras provenientes del invernadero a diferentes proporciones, y tratados con diferentes cantidades de *Gliocladium virens*, o *Bacillus subtilis* antes de sembrar las semillas de frijol. En el suelo sin tratar, el porcentaje de germinación decreció y la pudrición de raíz se incrementó de manera proporcional al suelo infestado. La adición de *G. virens* en proporción de 101-104 propágulos /cm³ de suelo incrementó de manera progresiva la germinación de las semillas y al mismo tiempo decrementó la pudrición de la raíz. Hubo un comportamiento similar con *B. subtilis* en proporción de 101-104 bacterias/cm³ de suelo. Los resultados indican que la protección es mayor cuando son usados en conjunto los dos agentes de biocontrol.

Blum *et al.* (1991) en un ensayo con 49 cepas de *Rhizobium in vitro* contra *R. solani*, encontraron que seis fueron inhibitorias de las cuales dos produjeron un pigmento fluorescente. Posteriormente, este ensayo fue llevado a nivel de invernadero, en donde hubo una disminución en la incidencia de damping-off.

2.2.10.4. Control químico

Por el momento, el uso de productos químicos se recomienda como el mejor método de protección de la semilla contra las pudriciones radicales. De los numerosos productos químicos que existen en el mercado y que se han evaluado de manera experimental, los más efectivos han sido: Semesán, Arasán, S.F. y Rhizoctol. Este último es muy efectivo contra *Rhizoctonia solani*, pero retarda la germinación de la semilla, aunque no afecta su viabilidad (Crispin *et al.*, 1976).

Actualmente entre los fungicidas que pueden controlar la infección de *R. solani* se encuentran: PCNB (terrazan), benomyl (Benlate), tiram (Arasan), zineb (Parzate) captan (vitazán), cloroneb (Demosan), carboxin (Vitavax) de 1-3 g de i.a/Kg de semilla. Generalmente se aplican a la semilla antes o durante la siembra (Peterson y Edginton, 1970; Ellis *et al.*, 1975; Bolkan *et al.*, 1976).

Técnicos del Departamento de Fitopatología del INIA, en el Valle del Fuerte, Sin., obtuvieron buen control de esta enfermedad al aplicar en forma experimental los siguientes fungicidas: Arasán (357 gramos por hectárea), captan (1000 g/ha), PCNB (3000 g/ha) y Benlate (357 g/ha), haciendo las aplicaciones en el fondo del surco antes de la siembra (Crispin *et al.*, 1976).

Fahin *et al.* (1987) encontraron que en condiciones de campo el captan, pencycuron, oxyquinolato de cobre y procymidona fueron los más efectivos contra *Drechslera* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani* en frijol común. El control químico de *R. solani* suele ser efectivo durante la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas, pero en muy pocas oportunidades suministra protección a la zona radical en expansión de las plantas adultas (Schwartz y Gálvez, 1980).

También se puede tratar la semilla con agua tibia a 50 °C por 25 minutos y antes de que se seque la semilla, sumergirla durante una hora en una solución de Sulfato de cobre (20 g/litro de agua), es recomendable tratar a la semilla con Captan o PCNB. Para tratamientos postemergentes se recomienda asperjar las plántulas con Captan o Kocide después de la emergencia y después a intervalos de 5 a 7 días. En plantas más grandes se recomienda aplicar Captan, o Benlate, dirigido al cuello de la planta (aflojando la boquilla) o bien mancozeb, o daconil (Mendoza y Pinto, 1985).

2.3. PUDRICION DE RAIZ POR *Fusarium*

La enfermedad conocida como pudrición seca de las raíces es causada por el hongo *Fusarium solani* (Mart.) Appel y Wollenw. f.sp. *phaseoli* (Burk.) Snyder y Hansen (Walker, 1952).

A continuación se señalan algunas generalidades para poder diferenciarlo de *Rhizoctonia solani*.

Esta enfermedad produce daños en el sistema radical de la planta de frijol y consecuentemente en sus rendimientos. Las plantas dañadas por este patógeno, generalmente no mueren, pero son tan afectadas en su vigor y desarrollo, la reducción en rendimiento puede llegar hasta el 86%. Esta enfermedad se encuentra presente en muchas áreas productoras del país, repotándose como un problema de producción en los estados de Sinaloa, Tamaulipas, Durango, Jalisco, Veracruz, Guanajuato y Chiapas (Anónimo, 1992).

El hongo tiene poca movilidad y se encuentra en el suelo infestado de manera natural en forma de clamidosporas, ya sea asociado con fragmentos de tejido o partículas de humus o dentro de ellos. Los macroconidios se pueden formar en las lesiones de la planta que se extienden por encima de la superficie del cuello, pero una vez que se han diseminado por el suelo se convierten y sobreviven como clamidosporas (Nash *et al.*, 1961; Burke, 1965).

Los exudados producidos por las raíces de las plantas estimulan la germinación de las clamidosporas. Las clamidosporas constituyen la fuente primaria de inóculo en el campo. El hongo no crece saprofiticamente en el suelo, excepto en materia orgánica (Nash *et al.*, 1961; Schroth y Hendrix, 1962; Schroth y Cook, 1964).

El patógeno es diseminado principalmente como clamidosporas o conidios. El movimiento capilar del agua a través del suelo no es un medio importante de diseminación del hongo, pero éste puede ser transportado en el agua de riego, en partículas de suelo adheridas a los implementos agrícolas, en residuos de frijol, estiércol y posiblemente en las esporas acarreadas por la lluvia o las inundaciones. Una vez que el hongo se ha introducido a una área nueva, puede sobrevivir indefinidamente, como un saprófito del suelo en la materia orgánica o como un componente micorrízico de cultivos no susceptibles (Zaumeyer y Thomas, 1957; Chupp y Sherf, 1960; Burk, 1965).

Este patógeno puede penetrar directamente los tejidos de la planta sana del frijol o a través de las heridas que estén presentes. Los daños causados por esta enfermedad se incrementan en terrenos compactados, en terrenos con exceso en la humedad del suelo y durante la presencia de sequía (Anónimo, 1992).

Los síntomas iniciales de esta enfermedad aparecen sobre el hipocótilo y la raíz primaria de las plantas a la primera o segunda semana después de la emergencia (etapa fenológica de V1-V3). Estas lesiones aparecen como puntos o franjas alargadas de color rojizo. Cuando la infección progresa, las lesiones se unen tomando una coloración café. Las raíces primarias y laterales generalmente mueren, lo cual ocasiona un retraso marcado en el crecimiento de la planta y caída de hojas. Frecuentemente sucede que arriba del sitio donde tuvo lugar la infección en la raíz primaria, se desarrollan nuevas raíces laterales lo cual permite que la planta siga creciendo aún con las deficiencias antes señaladas (Anónimo, 1992).

Schwartz (1980) menciona que la pudrición seca aparece inicialmente como lesiones o vetas rojizas en el hipocótilo y en la raíz primaria. Las lesiones no tienen un margen muy definido y pueden presentar agrietamientos longitudinales. Las raíces primarias y las laterales generalmente mueren por el ataque del hongo y permanecen adheridos como residuos secos. Cuando la raíz primaria muere, la parte inferior del tallo se hueca. No se observa un marchitamiento muy pronunciado del hospedante, aunque el crecimiento de la planta se retarda, se presenta un amarillamiento y caída de las hojas.

Las plantas que han sufrido un daño muy severo y posteriormente están expuestas a deficiencia de humedad se tornan raquílicas, o mueren (Zaumeyer y Thomas, 1957).

Según la variedad sembrada, las pérdidas en el rendimiento en condiciones severas de infección pueden variar desde un 6 hasta un 53% (Aceves, 1988).

2.4. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

En la literatura existen varias definiciones de MIP, las cuales varían en mayor o menor grado, según su autor. La presente discusión se basa en la siguiente: El MIP es tanto una noción como una estrategia, de carácter preventivo y perdurable, que combina varias tácticas compatibles para reducir las poblaciones de organismos a niveles que no causen pérdidas económicamente importantes, con efectos negativos mínimos sobre el ambiente o la salud humana (Hilje, 1994).

Una noción es una idea o concepto (una *filosofía*, en inglés). Una estrategia es la concepción (en qué hacer); lo que en el campo de la fitoprotección puede corresponder a excluir, erradicar, tolerar, suprimir o manejar. Las tácticas son las acciones ejecutadas para materializar dicha concepción (el cómo hacer): uso de variedades resistentes, prácticas agrícolas,

control biológico, plaguicidas, etc. Según la estrategia empleada así serán las tácticas a utilizar. El MIP es la conjunción de varias estrategias, que concilia y enfatiza los aspectos de prevención, convivencia con las plagas y sostenibilidad ecológica y económica; es decir, ninguna de las otras por sí sola reúne estas tres características (Bottrell, 1979; Andrews, 1989; Hilje, 1994).

El manejo integrado de las enfermedades considera todo el ecosistema e involucra la combinación de medidas, que por si solas no son suficientemente efectivas, pero que combinadas si lo son. El control de las enfermedades en México aún se basa en criterios no integrados, generalmente con énfasis en el uso de productos químicos, y con dosis y épocas de aplicación copiadas de otras regiones. Una enfermedad puede ser controlada o manejada. El término de control ha sido la connotación más utilizada, esto implica el uso de medidas correctivas después de que la enfermedad se ha presentado. El manejo implica todo un proceso continuo en el cual la enfermedad es un componente del agroecosistema; de igual manera implica menor dependencia del control químico, así como la reducción de los efectos detrimentales de éste y la interacción de los organismos (Maloy, 1993).

Para muchas enfermedades el uso de un solo método de control no es totalmente satisfactorio. Una combinación de todos los métodos posibles y compatibles es requerido en muchas ocasiones para reducir los daños de una enfermedad a niveles aceptables. Aunque el control químico (por ejemplo, el uso de fungicidas) es efectivo, los productores prefieren adoptar varias estrategias, conformando así un manejo integrado para reducir el riesgo a tener pérdidas con el uso de un solo método de control en forma separada. Los componentes principales de un programa de Manejo Integrado son: control cultural, variedades resistentes y fungicidas; control legal, prevención de la enfermedad y control biológico. El reto de las estrategias de un manejo integrado es mantener el balance de todos los componentes del programa en forma adecuada y con cierta flexibilidad para vislumbrar la presencia de una epidemia. Este equilibrio puede variar de un año a otro o de un cultivo a otro. Hasta ahora los mejores programas de manejo integrado han dado resultados satisfactorios después de muchos años de experiencia y para cultivos específicos o para cultivos en forma individual (Parry, 1990).

2.5. BIOCONTROL

2.5.1. Definición

Biocontrol es cualquier práctica bajo la cual la supervivencia o actividad de un patógeno es reducida mediante la intervención de cualquier otro organismo vivo con el resultado de que hay una reducción en la incidencia de una enfermedad causada por un patógeno.

De esta manera el biocontrol consiste en los diversos métodos para suprimir el desarrollo de una enfermedad. En algunos casos se adicionan organismos antagonistas; en otros casos el ambiente es modificado para promover el desarrollo de antagonistas. En la mayoría de los casos el biocontrol esta dirigido a la reducción de la presencia inicial de las enfermedades inducidas por patógenos nativos del suelo. La definición también incluye el uso de plantas resistentes (Fry, 1982).

La mayoría de las investigaciones sobre prácticas de biocontrol son dirigidas hacia las enfermedades inducidas por patógenos nativos del suelo. El ambiente en el suelo es más estable y menos extremo que el de la atmósfera. La severidad de la atmósfera ambiental y el rápido crecimiento del follaje dificultan el biocontrol. En un suelo los patógenos están íntimamente asociados con una gran complejidad de flora y fauna que influyen sobre las actividades del patógeno. La región de la rizosfera es influenciada por las raíces y en gran medida determina la actividad del patógeno. (Fry, 1982).

2.5.2. Biocontrol natural

Existen varios ejemplos relacionados con el biocontrol natural en los cuales los daños por un determinado patógeno ha provocado daños muy leves e incluso se han reportado daños ausentes. La magnitud del biocontrol natural no se conoce en su totalidad debido a que no ha sido estudiado a profundidad. El biocontrol es operativo cuando un patógeno provoca daños menores en un ambiente en donde las condiciones son favorables para el desarrollo de éste. También se pueden encontrar casos en donde ocurre un control biológico como

resultado de un monocultivo. Normalmente se espera que haya presencia de enfermedades inducidas por patógenos nativos del suelo, sin embargo, de manera inesperada puede haber una importante disminución de la enfermedad, lo cual es conocido como suelos supresivos (Fry, 1982).

El mecanismo (s) de supresión no se conoce a detalle, pero las poblaciones de actinomicetos y la presencia de bacterias es mayor en un suelo supresivo que en un suelo conductivo (Baker y Cook, 1974).

2.5.3. Introducción de antagonistas

Cuando un patógeno no es inhibido por antagonistas presentes en forma natural, frecuentemente se recurre a la introducción de antagonistas para que el biocontrol sea más efectivo. Muchos antagonistas pueden ser identificados en forma rápida en el laboratorio, pero desafortunadamente la mayoría de éstos tienen poca acción antagonica en forma natural en un suelo. Los antagonistas en ocasiones no tienen la capacidad de supervivencia, o bien, el mecanismo antagonico es inefectivo o suprimido dentro de la complejidad de un suelo. Aunque el antagonismo que se lleva a cabo no es tan efectivo como debería ser, en algunas ocasiones requiere de poco tiempo de adaptación para ser efectivo. Algunos antagonistas no han sido adaptadas totalmente al microambiente del patógeno, lo cual disminuye su éxito. De esta manera se puede mencionar que los antagonistas que han tenido éxito como tales son aquellos que tienen buena adaptación al microambiente del patógeno; de hecho algunos de los antagonistas de mayor éxito son tipos aberrantes o mutantes del propio patógeno (Fry, 1982).

2.5.4. Modificación del ambiente

En el control biológico la adición de antagonistas es muy común para suprimir una enfermedad, esto debe incluir la modificación del ambiente lo cual es una acción complementaria necesaria que en ocasiones puede ser una alteración física del ambiente en el suelo, uso de productos químicos, así como el uso de residuos orgánicos (Fry, 1982).

2.6. Uso de residuos orgánicos

El control biológico ha sido asociado frecuentemente con minerales del suelo que contienen una gran cantidad de materia orgánica, por lo que varios investigadores han reforzado el control biológico mediante la adición de materia orgánica al suelo. Aparentemente la materia orgánica favorece el desarrollo de antagonistas los cuales actúan sobre los patógenos (Baker y Cook, 1974; citados por Fry, 1982).

2.6.1. Mejoradores del suelo y coberturas

El término de mejorador del suelo es aplicado a toda la materia orgánica incorporada al suelo, mientras que el término de cobertura hace alusión a lo que se encuentra sobre la superficie del suelo. Los mejoradores del suelo tienen que ser considerados en relación a la flora microbiana que promueven, tanto patogénica como saprofítica.

La materia orgánica disponible para ser incorporada en un suelo, consiste en los residuos de la cosecha tales como rastrojo de cereales o leguminosas, residuos de malezas, o abonos verdes sembrados para ese propósito. En menor grado, la materia orgánica se encuentra disponible de residuos de cultivos, como follaje de las plantas de las cuales se aprovecha la parte subterránea, o compostas de desperdicios orgánicos tanto agrícolas como industriales (Schmid *et. al.*, 1973; citado por Palti, 1981).

Las coberturas pueden ser de residuos de cultivos los cuales son colocados sobre la superficie del suelo o bien pueden ser cubiertas de plástico; aunque lo que se usa más comunmente son los residuos agrícolas debido a que su costo es menor que el de las cubiertas de tipo plástico. En pequeñas áreas donde se tienen cultivos con un valor comercial muy alto no se usan los mejoradores del suelo, ni coberturas, debido a la sanidad del propio cultivo, o bien, su uso está restringido y en ocasiones poco frecuentes (Palti, 1981).

2.7. LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO

Esta es una expresión común que incluye tanto materias vegetales como animales que se encuentran en cantidades variables en todas sus fases de descomposición. Las raíces de las plantas cuando se dejan en los suelos, son fuente adicional de materia orgánica. La manera más común y sencilla de adicionar materia orgánica a los suelos ha sido mediante la incorporación de estiércol o de los residuos de las cosechas, tales como pajas de trigo o de cebada, rastrojo de maíz o de sorgo, hojarasca, etc. (Anónimo, 1978).

2.7.1. Bondades y beneficios de la materia organica

La adición de materia orgánica al suelo repercute en los siguientes cambios:

- a) Coadyuva a la formación de agregados estables del suelo, mejorándose de esta manera la estructura del propio suelo.
- b) Mejora la aereación.
- c) Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo.
- d) Provee al suelo de partículas coloidales cargadas negativamente con capacidad para retener e intercambiar cationes nutritivos.
- e) Actúa como un agente amortiguador, reduciendo la tendencia de un cambio abrupto del pH del suelo.
- f) Ayuda a la nutrición de microelementos de las plantas a través de reacciones de quelación.
- g) Mantiene una población microbial más grande y variada que favorece el control biológico.
- h) Proporciona nutrientes para la planta. (Martin y Focht, 1977; Anónimo, 1980).

La materia orgánica ayuda a evitar la erosión de los suelos, contribuyendo al establecimiento de una estructura granular que es muy favorable para la mejor absorción e infiltración del agua de lluvia en los terrenos, reduciéndose por lo tanto las tasas de escurrimiento superficial; asimismo, en un suelo arenoso la materia orgánica les imparte cierta compacidad y mayor coherencia (plasticidad) y en el caso de suelos duros y

arcillosos los hace menos compactos y más granulares. En ambos casos se mejora la agregación de las partículas del suelo para un mejor crecimiento de los cultivos. Por otro lado, la materia orgánica proporciona alimentos a los microorganismos del suelo y hay un mejor aprovechamiento de los nutrientes como el nitrógeno, carbono, fósforo, potasio, calcio y otros más (Anónimo, 1978).

La incorporación de grandes cantidades de abonos orgánicos al suelo puede contribuir significativamente en la protección de las raíces de los cultivos. Los abonos orgánicos contribuyen a la destrucción de propágulos mediante la producción de condiciones anaeróbicas como resultado del incremento en el consumo de oxígeno, de esta manera los propágulos se vuelven vulnerables por la falta de oxígeno. Los abonos orgánicos también ayudan a acelerar la muerte de los propágulos en el suelo mediante el mecanismo de lisis en la germinación. Mientras que los mejoradores orgánicos adicionados temporalmente para suplir a los nutrientes disponibles para los microorganismos en el suelo, en realidad puede haber efectos negativos en contra de los patógenos en un período de tiempo muy corto contribuyendo a la inhibición o lisis del patógeno por inanición. La biomasa microbial, es estimulada por los mejoradores, al mismo tiempo hay liberación de nutrientes esenciales (Carbono, Nitrógeno, Hierro) necesarios para la germinación, prepenetración y crecimiento del patógeno en el suelo; de igual manera hay secreción de exudados por parte del sistema radical de la planta, que estimulan de propágulos (Cook, 1984).

Tisdale y Nelson (1970) y Sánchez (1976) mencionan que entre las funciones que desempeña la materia orgánica se encuentran las siguientes: almacena nutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, libera CO₂, proporciona energía para la actividad de los microorganismos, mejora la capa arable y estabiliza la estructura del suelo.

Por otro lado, la aplicación de residuos orgánicos previos al cultivo, es una práctica antigua que tiende a mejorar la fertilidad y la estructura de los suelos, los cultivos sometidos a este tipo de manejo en forma racional pueden tener rendimientos semejantes o mejores comparados con el uso de fertilizantes (Sánchez, 1976).

Anónimo (1982) señala que los residuos de las plantas constituyen una parte muy importante en un suelo productivo, sirven como una fuente de nutrición para la producción de energía, para el crecimiento, para la reproducción de microorganismos del suelo y, por otro lado, las sustancias que son liberadas durante la descomposición son utilizadas por generaciones futuras de plantas. Por otro lado, el carbono, nitrógeno, azufre y el fósforo son elementos que ejercen efectos disolventes sobre la parte inorgánica del suelo, suministrando así, nuevas cantidades de elementos nutritivos para las plantas a partir de los minerales primarios del suelo. Los microorganismos que efectúan la descomposición de estos residuos de las plantas y las sustancias orgánicas intermedias que producen incrementan de manera notable el estado de agregación de las partículas del suelo.

La friabilidad de los suelos se mejora en alto grado al adicionar materia orgánica. De manera general se puede decir que mientras mayor sea el suministro de materia orgánica en un suelo y descompuesta dentro de él, también hay un incremento en su capacidad de producción; sin embargo, los residuos "brutos" de las plantas tienen que ser "procesados" por los microorganismos del suelo para que se pueda apreciar su valor como mejoradores del suelo (Bear, 1969).

La ventaja de los abonos orgánicos con respecto a los inorgánicos, es que los primeros pueden formar agregados modificando la estructura del suelo, mientras que los segundos, van a estabilizar los ya existentes, es decir, sólo mantendrán el suelo como se encontraba (Thomas, 1948).

Lo anterior indica que la adición de materia orgánica al suelo debe ser considerada como parte de un sistema bien establecido en el manejo de un suelo agrícola con la finalidad de mantener y/o incrementar la producción de los cultivos que en él se desarrollen (Millar y Turk, 1970; Gaucher, 1971).

2.7.2. ACTIVIDAD MICROBIANA DEL SUELO

El suelo no es un medio inerte; por el contrario, es la sede de una vida intensa. Entre los numerosos organismos que habitan en el suelo se pueden citar:

- Entre la *microflora*: bacterias, actinomicetos, hongos, algas, protozoarios, entre otros.
- Entre la *fauna del suelo*: nematodos, artrópodos, lombrices de tierra, etc.

La población microbiana del suelo es enorme, del orden de 50 a 200 millones ¡por gramo de tierra! (Gros, 1981).

2.7.2.1. Procesos biológicos en los suelos

La materia orgánica que se encuentra en un suelo o que sea añadida a él por el hombre, tiende a sufrir un proceso de descomposición en el cual los constituyentes orgánicos se disocian en compuestos más simples. Cualquier agroecosistema que tienda a aumentar su riqueza en materia orgánica, incrementa de manera proporcional su población microbiana con todas las ventajas que se derivan de sus actividades. Las gramíneas y las leguminosas revisten gran importancia para ser incorporadas a un suelo (Bear, 1969).

Por otro lado, se estima que 30 gramos de la mayoría de los suelos orgánicos contienen más de 500 millones de bacterias, hongos, animales unicelulares y algas, los cuales descomponen los residuos de los cultivos (Phillips y Young, 1973).

Gaur y Mukherjee (1980) señalan que existen pocos reportes acerca del efecto estimulado por la paja sobre los microorganismos del suelo y relacionados con su fertilidad.

2.7.2.2. Efecto de la materia orgánica sobre patógenos

Los efectos de la materia orgánica sobre los patógenos se pueden dividir en aquellos que son utilizados para prevenir una enfermedad y aquellos que se utilizan para el control de una enfermedad. De manera preventiva se utiliza cuando son adicionados al suelo con la finalidad de enriquecerlo, hablando en términos nutrimentales, y al mismo tiempo se promueve la actividad antagónica. Cuando es utilizada como control, hay un efecto directo sobre el hospedante y el patógeno (Palti, 1981).

Baker y Cook (1974) afirman que los residuos vegetales juegan un papel muy importante en la estimulación de microorganismos antagónicos hacia los fitopatógenos, al mismo tiempo hay una mayor cantidad y variedad de microorganismos provistos por el modificador orgánico y por consiguiente la probabilidad de supresión de un patógeno es mayor.

Muchos estudios han demostrado que las coberturas y los residuos orgánicos estimulan la germinación de los propágulos (conidios, esclerocios, clamidósporas y otros) de hongos patógenos del suelo, a través de la liberación de nutrientes, metabolitos volátiles y otros compuestos; los tubos germinativos son afectados por lisis antes de que sean de infestar al hospedante, colonizar substratos apropiados o producir esporas secundarias u otras estructuras. Así, el proceso de germinación y lisis resulta en la reducción de la densidad del inóculo del patógeno y, subsecuentemente, una menor incidencia de enfermedades en la raíz. La lisis de los tubos germinativos puede ser causada por antagonismo y competencia debido a las actividades microbiales estimuladas como resultado de la adición de los residuos orgánicos (Cook *et al*, 1978; Lewis y Papavizas, 1975).

Por otro lado, la adición de residuos orgánicos al suelo, en especial aquellas que contienen una elevada relación C:N ha demostrado resultar en una competencia extrema por varios nutrientes, como nitrógeno, hierro y otros. Los organismos microbianos estimulados son mejores competidores en el suelo y así inmovilizan a estos nutrientes en sus células y matan a los patógenos por inanición o imponen una condición fungistática en el suelo (Lewis y Papavizas, 1975).

2.7.2.3. Efecto de la materia orgánica y tiempo de incorporación

Allison (1973) señala que se propicia una actividad biológica completa antes de que las plántulas hayan desarrollado su sistema radical completo, cuando la siembra y la adición de modificadores orgánicos se efectúan al mismo tiempo.

Henis *et al.* (1979) indican la influencia del tiempo de incorporación, ya que hubo una disminución del inóculo de *Rhizoctonia solani* en 7 semanas al mismo tiempo que se incrementó el carácter supresivo de el suelo.

2.7.2.4. Efecto de los modificadores orgánicos sobre el pH.

Los modificadores orgánicos pueden ser usados para manipular el pH del suelo como un medio de control de fitopatógenos, es decir, el pH puede afectar la severidad de la enfermedad cambiando la susceptibilidad del hospedante o favoreciendo la actividad de la microflora antagónica (Henis y Chet, 1975).

2.8. PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN

Los materiales orgánicos que son adicionados al suelo, bajo condiciones favorables de humedad y aereación, son atacados por diversos organismos, incluyendo bacterias, hongos, actinomicetos, protozoarios, lombrices y larvas de insectos. Como resultado de la actividad de estos organismos se liberan porciones de constituyentes de algunos de los elementos químicos tales como C, N, P y K los cuales son liberados en forma disponible para el crecimiento de las plantas (Waksman, 1952; Gros, 1981).

Los procesos de descomposición se llevan a cabo mediante la acción de enzimas las cuales son secretadas por microorganismos o que funcionan en forma intracelular. Las grandes moléculas poliméricas, que constituyen el grueso de los residuos vegetales y animales, primero deben fragmentarse en unidades pequeñas antes de entrar a las células microbianas y ser utilizadas

más tarde como fuente de energía así como para la síntesis celular. Para lograr esto, el organismo excreta primeramente enzimas las cuales rompen las moléculas grandes en fragmentos pequeños y en unidades constitutivas. Los polisacáridos tales como la celulosa son fragmentados para formar azúcares. Las proteínas se rompen para formar péptidos y aminoácidos. Las moléculas grandes de ácidos grasos son oxidados mediante oxidación B que resulta en la liberación de unidades de ácido acético. La lignina al ser descompuesta por hongos (que causan las pudriciones blancas en la madera) dan lugar a muchos compuestos fenólicos simples que son degradados posteriormente a compuestos alifáticos, CO_2 y agua (Waksman, 1952; Martin y Focht, 1977; Focht y Martin, 1978 citados por Zavaleta-Mejía, 1987).

El proceso de descomposición es rápido al principio, pero gradualmente se va haciendo lento; la velocidad de descomposición depende de la naturaleza de los residuos y de las condiciones bajo las cuales tienen lugar ésta. Tan pronto como los residuos o los mejoradores se encuentran en el suelo, y las condiciones ambientales son favorables, empieza el proceso degradativo, los diferentes residuos, así como los diferentes constituyentes de los mismo, se descomponen a diferentes velocidades. Los azúcares simples, ácidos alifáticos, algunas proteínas, y algunos polisacáridos se descomponen rápidamente y pueden ser utilizados en pocas horas o días. La degradación de otros compuestos como la celulosa, ciertos polisacáridos y la quitina pueden requerir de varias semanas. Los materiales más resistentes como las ligninas, otras sustancias fenólicas y ceras se degradan más lentamente requiriendo meses o aún años (Waksman, 1952; Focht y Martin, 1978; citados por Zavaleta-Mejía, 1987).

2.8.1. Factores que influyen en la degradación

Varios factores del suelo tienen un efecto marcado sobre la descomposición de los materiales orgánicos. La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes en determinar qué tan rápidamente son degradados los materiales orgánicos o bien qué tan rápido son metabolizados. Un cambio en la temperatura alterará la composición de especies de la biota activa y al mismo tiempo tendrá una influencia directa sobre cada organismo

dentro de la comunidad. La degradación de la materia orgánica es más lenta a bajas temperaturas y viceversa (Alexander, 1977; citado por Zavaleta-Mejía, 1987).

El pH del suelo también gobierna el tipo de microorganismos involucrados en la descomposición. Típicamente la descomposición tiene lugar más rápidamente en suelos neutros que en suelos ácidos. Sin embargo, si buscamos la descomposición de una molécula orgánica en particular, esto puede no ser verdad, ya que por ejemplo, la celulosa desaparece más rápidamente a pH menores de 5.0 (Alexander, 1977; citado por Zavaleta-Mejía, 1987; Zavaleta-Mejía, 1987).

La humedad del suelo también debe ser adecuada para que la descomposición de la materia orgánica tenga lugar; altos niveles de humedad reducen la actividad microbiana, aunque esto no es el resultado del efecto directo del agua, sino mas bien indirecto al restringir el movimiento del aire en el suelo y por lo tanto reduciendo la disponibilidad del O₂ (Alexander, 1977; citado por Zavaleta-Mejía, 1987).

El contenido de N del residuo en especial es importante en el proceso de degradación; si el contenido de N es menor del 1.5% la descomposición será retardada (Alexander, 1977; citado por Zavaleta-Mejía, 1987). La naturaleza de los productos de la descomposición depende de la composición química del material orgánico sujeto a degradación y de los microorganismos involucrados en el proceso degradativo. Quizás el contenido de O₂ es uno de los factores del suelo que más influye en la determinación de los microorganismos que van a actuar en la degradación de la materia orgánica. Así por ejemplo, cuando se adiciona al suelo un modificador orgánico con un alto contenido de péptidos y aminoácidos, estos compuestos bajo condiciones aeróbicas son utilizados rápidamente por la mayoría de los microorganismos del suelo como una fuente de energía y durante su descomposición forman bióxido de carbono principalmente, amoníaco, ácidos orgánicos y alcoholes. En cambio, bajo condiciones anaeróbicas los compuestos nitrogenados dan lugar a amoníaco, aminas, indoles, mercaptanos, sulfuro de hidrógeno, hidrógeno, ácidos orgánicos y alcoholes, los cuales son convertidos en metano y bióxido de carbono posteriormente (Yoshida, 1975; citado por Zavaleta-Mejía, 1987).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización de experimento

El presente trabajo se llevó a cabo durante dos ciclos, Primavera-Verano de 1997 y Primavera-Verano de 1998, en el lote X-17 del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, situada a los 19° 29' de Latitud Norte y 98° 53' de Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 2250 m., teniéndose una temperatura promedio anual de 15.2 °C y 636.5 mm. de precipitación media anual. El clima de la región es (CWo) (w) b (y') (García, 1988).

3.2. Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 17.5 m², es decir, 5 surcos de 0.7 m de separación (3.5 m) por 5 m de largo. La superficie por tratamiento fue de 70 m².

3.3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de enfermedades de la raíz en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Chapingo, México. 1997 y 1998.

Nº TRATAMIENTOS	DOSIS/ha
1. Paja de maíz (PM)	3 Ton. /ha
2. Paja de cebada (PC)	3 Ton. /ha
3. Paja de alfalfa (PA)	3 Ton. /ha
4. tiabendazol (Tecto 60) (TS)	200 g de pf/100 Kg de semilla
5. pencycuron (Monceren) (AFS)	5 Kg/ ha
6. PM+tiabendazol (Tecto 60) (TS)	3 Ton. /ha+200 g de fung. pf/ 100 Kg de semilla
7. PC+tiabendazol (Tecto 60) (TS)	3 Ton. /ha+200 g de fung. pf/100 Kg de semilla
8. PA+tiabendazol (Tecto 69) (TS)	3 Ton. /ha+200 g de fung. pf/100 Kg de semilla
9. PM+pencycuron (Monceren)(AFS)	3 Ton. /ha+5 Kg de fung. pf/ha.
10. PC+pencycuron (Monceren)(AFS)	3 Ton. /ha+5 Kg de fung. pf/ha.
11. PA+pencycuron (Monceren) (AFS)	3 Ton. /ha+5 Kg de fungicida pf/ha
12. tiabendazol (TS)+pencycuron (AFS)	200 g de fungicida pf/100 Kg de semilla+5 Kg de fungicida pf/ha.
13. Testigo Absoluto	Sin aplicar

NOTA: El tratamiento a la semilla (TS) se realizó con tiabendazol (Tecto 60) y la aspersión al fondo del surco (AFS), con pencycuron (Monceren). pf= Producto formulado.

3.4. TRABAJO DE CAMPO

3.4.1. Preparación del suelo

En la preparación del terreno para la siembra se realizaron las siguientes actividades: un barbecho y dos pasos de rastra, con la finalidad de crear las condiciones adecuadas para el surcado, el cual se realizó a una distancia de 0.7 m de separación entre surco y surco.

3.4.2. Aplicación de tratamientos (pajas)

Una vez que se concluyó con la preparación del terreno, se procedió a la incorporación de las pajas, actividad que se realizó un mes antes de la siembra para el caso del ciclo Primavera-Verano de 1997 y 35 días antes de la siembra para el ciclo Primavera-Verano de 1998, esto con la finalidad de permitir el proceso de descomposición de las pajas, para lo cual se dió un riego un día después de que fueron incorporadas las pajas. Cabe señalar que la incorporación de las pajas tanto de maíz y alfalfa, así como la de cabada fue hecha en forma manual, con la ayuda de un azadón.

3.4.3. Aplicación de fungicidas

La aplicación de fungicidas se llevó a cabo de la siguiente manera: la aspersión al fondo del surco con Monceren (pencycuron) se realizó al momento de la siembra, es decir, 30 días después de la incorporación de pajas para el caso del ciclo Primavera-Verano de 1997 y 35 días después para el caso del ciclo Primavera-Verano de 1998. Esto se realizó con el auxilio de una aspersora de mochila manual marca swissmex con capacidad de 15 litros, previamente calibrada.

Por otro lado, el Tecto 60 (tiabendazol) se utilizó para el tratamiento a la semilla a una dosis de 200 g de pf/100 Kg de semilla y 600 ml de agua para 100 Kg de semilla. El tratamiento a la semilla se llevó a cabo 3 días antes de la siembra en la siguiente forma: en una bolsa de polietileno se depositó la semilla y se añadió el fungicida y el agua correspondientes y se procedió a agitar la bolsa de manera vigorosa con la finalidad de favorecer la adhesión del fungicida a la semilla de manera homogénea.

3.4.4. Siembra

Se utilizó la variedad Flor de Mayo a una dosis de 60 kg/ha. Realizándose la siembra en forma manual, en los dos ciclos del cultivo. Para el primer ciclo la siembra se hizo el día 6 de Julio de 1997 y el día 13 de Junio de 1998 para el segundo ciclo. En cada caso se colocó una semilla a una distancia aproximada de 10 cm entre semilla y semilla, obteniéndose una población de alrededor de 143 000 plantas/ha. Una vez depositada la semilla en el fondo del surco se procedió al tapado de la misma, con la ayuda de un azadón.

3.5. Parámetros evaluados

Durante los dos ciclos de cultivo, se evaluaron los siguientes parámetros: número de plantas emergidas, altura de plantas, porcentaje de infección en raíz e hipocótilo, número de vainas por planta, peso seco (primer ciclo) y rendimiento (segundo ciclo).

3.5.1 Número de plantas emergidas

La evaluación de este parámetro se realizó 15 días después de la siembra de manera directa, es decir, mediante el conteo directo del número total de plantas germinadas en cada una de las parcelas experimentales.

3.5.2. Altura de plantas

La altura de plantas se hizo con la ayuda de una regla graduada en centímetros, tomando 20 plantas al azar de cada una de las parcelas experimentales, en cuatro fechas diferentes (5, 10, 15 y 20 días después de la emergencia de plantas).

3.5.3. Aislamiento e identificación del patógeno involucrado

Para poder identificar al patógeno de la raíz en frijol, se tomaron muestras de plantas dañadas y se hicieron aislamientos, en el laboratorio de Micología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Los aislamientos se hicieron en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) mediante procedimientos previamente establecidos para tal efecto (López, 1981) y una vez que se logró mantener al patógeno en un medio de cultivo puro, se procedió a la identificación del mismo a nivel de género con la ayuda de las claves de Barnett y Hunter (1972) y a especie con las descripciones de Parmeter (1970) para lo cual se utilizó un microscopio compuesto, así como preparaciones temporales hechas en lactofenol.

3.5.4. Porcentaje de infección

Para la determinación de este parámetro se realizó un muestreo de cinco plantas por parcela experimental para el primer ciclo y siete plantas para el segundo ciclo de cultivo, respectivamente. Con el auxilio de una pala recta se extrajeron las plantas, tomadas al azar, posteriormente se procedió a lavar la raíz de las mismas, esto con la finalidad de eliminar las impurezas de la raíz de las plantas y permitir una observación más clara de las lesiones provocadas por el patógeno y de esta manera poder asignarle un valor numérico dentro de la escala visual que se utilizó para tal efecto (Cuadro 2). Lo anterior se hizo a los 5 y 10 días después de la emergencia de las plantas, ya que el patógeno de nuestro interés ataca precisamente durante las etapas tempranas del cultivo.

Cuadro 2. Escala visual para evaluar el grado de infección en raíz de plantas de frijol por *Rhizoctonia solani* Kühn. Chapingo Edo. de México. 1997 y 1998.

INDICE	DESCRIPCIÓN
0	Raíz e hipocótilo sano
1	Menos del 2% de la superficie de la raíz dañada (SRD)
2	Del 3 al 10% de la SRD
3	Del 11 al 25% de la SRD
4	Del 26 al 50% de la SRD
5	Más del 50% de la SRD
6	Planta muerta

3.5.5. Número de vainas por planta

Este parámetro se determinó mediante el conteo directo del número de vainas presentes en una planta, una vez que el cultivo había llegado a la etapa de fructificación; para ello se tomaron 20 plantas al azar de cada parcela experimental. Lo anterior se realizó durante los dos ciclos.

3.5.6. Peso seco y rendimiento

Durante el primer ciclo del cultivo se evaluó el peso seco de cada una de las parcelas experimentales, esto debido a que el cultivo fue afectado por una de las heladas tempranas que se presentó durante ese año; si bien es cierto que el cultivo o mejor dicho los frutos (vainas) alcanzaron su madurez fisiológica, no fue posible determinar el rendimiento durante ese ciclo, porque no proporcionaron grano.

Para el caso del segundo ciclo (Primavera-Verano de 1998) sí fue posible obtener el rendimiento de grano en cada unidad experimental.

3.5.7. Análisis de Resultados

A los datos del grado de infección se les aplicó la fórmula de Townsend & Heuberger (Unterstenhofer, 1976) para determinar el porcentaje de infección y tanto a éstos como a los datos de número de plantas emergidas, altura de plantas, número de vainas por planta, peso seco (ciclo 1997) y rendimiento (ciclo 1998) se les practicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) bajo un diseño experimental de bloques al azar con el paquete de análisis estadístico SAS®.

3.5.8. Riegos

Durante el primer ciclo del cultivo (1997), no se realizó ningún riego, debido a que el temporal ya estaba completamente establecido en la región. En el segundo ciclo (1998) sí fue necesario recurrir al riego por aspersión debido al retraso de las lluvias durante ese año. Se proporcionaron 3 riegos, antes de que se restableciera el temporal, en las siguientes fechas: el primer riego el día 14 de mayo, segundo riego 24 de mayo y el tercero el 16 de junio.

3.5.9. Control de malezas

En el primer ciclo del cultivo, se realizaron dos aplicaciones de herbicidas, en este caso fomesafen (Flex) a una dosis de 1 l / ha. Durante el segundo ciclo del cultivo, se hizo una aplicación de linuron (Afalón); posteriormente, se aplicó una mezcla de linuron+paraquat. En los dos ciclos del

cultivo se realizó control de malezas en forma manual con un azadón, para eliminar a las malezas presentes en bajas densidades. También se dió un paso de cultivadora en etapa de floración durante los dos ciclos del cultivo. Las malezas que tuvieron mayor incidencia, durante los dos ciclos de cultivo fueron: *Portulaca oleracea* (Verdolaga), *Physalis* spp. (Tomatillo), *Euphorbia* spp. (Golondrina), *Ipomoea* spp. (Trompillo), *Anoda cristata* (Quesillo), *Malva* spp. (Malva), *Chenopodium album* (Quelite cenizo), *Rumex* spp. (Lengua de vaca), *Bidens* sp. (Acahualillo), *Cyperus* sp. (Coquillo), *Amaranthus* sp. (Quintonil), *Cycius* sp. (Chayotillo), entre otras.

3.5.10. Control de plagas

Tanto en el primer ciclo (1997), como en el segundo ciclo (1998) la plaga que tuvo mayor presencia fue *Epilachna varivestis* (conchuela del frijol) y *Diabrotica* spp. (Diabroticas). Durante los dos ciclos del cultivo se hicieron 3 aplicaciones/ciclo de carbaril (Sevin 80 PH) a una dosis de 1 kg/ha. con lo que se tuvo un buen control de las plagas antes mencionadas. Cabe señalar que durante el segundo ciclo se tuvo una incidencia considerable de *Bemisia tabaci* (mosquita blanca) durante la etapa de fructificación, por lo cual fue necesario hacer dos aplicaciones de endosulfan (Thiodan 35 CE) a una dosis de 1.5 l/ha.

3.5.11. Control de enfermedades

Durante los dos ciclos de cultivo se presentaron las siguientes enfermedades: *Uromyces appendiculatus* (Roya del frijol), *Colletotrichum lindemutianum* (Antracnosis), *Isariopsis griseola* (Mancha angular), *Chaetoseptoria wellmani* (Mancha redonda de la hoja) *Cercospora canescens* (Mancha blanca) y *Phytophthora phaseoli*. Cabe señalar que no se tomó ninguna medida de control durante los dos ciclos, a excepción de las enfermedades radicales del cultivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Identificación de *Rhizoctonia solani*

Una vez que se tuvo al patógeno aislado y purificado, y se hicieron preparaciones temporales en lactofenol, se observó que el patógeno presentaba un micelio de color café claro, septado, y con ramificaciones casi en ángulo recto (90°), y una constricción bien marcada en las septas, características que de acuerdo con las claves de Barnett y Hunter (1972) y a las descripciones de Parmeter (1970) corresponden al hongo *Rhizoctonia solani* Kühn.

4.2. CICLO 1997

4.2.1. Número de plantas emergidas

El análisis de varianza (Cuadro 1 del Apéndice) del efecto de los tratamientos sobre el número de plantas germinadas, muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos; igualmente la prueba de comparación de medias (Cuadro 3) indica que existen diferencias entre los tratamientos y que el tratamiento que presentó el mayor número de plantas fue el correspondiente a Paja de cebada con una media de 226 plantas, lo que da una densidad poblacional de 129 142 plantas por hectárea; seguido del tratamiento pencycuron (AFS) con una media de 210 plantas y una densidad poblacional de 120 000 plantas por hectárea; aunque ambos tratamientos son

estadísticamente iguales a los correspondientes a Paja de maíz+pencycuron (AFS), Testigo, tiabendazol (TS), Paja de maíz y Paja de cebada+pencycuron (AFS). Estos resultados coinciden con los de Zaumeyer y Thomas (1975), quienes encontraron que las poblaciones del patógeno disminuyen rápidamente en suelos sembrados con trigo, avena y cebada, o maíz; ya que como lo menciona Anónimo (1992) las semillas en su proceso de germinación y en estado de plántula pueden ser atacadas y dañadas, pudiendo afectarse en forma considerable la población de plantas en el terreno al causar su muerte.

Cuadro 3. Comparación de medias correspondiente al número de plantas de frijol emergidas en el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del No. de plantas emergidas	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)	Plantas/ha.
2. Paja de cebada (PC)	226.00	a*	129,142
5. pencycuron (AFS)	210.25	ab	120,000
9. P.M+pencycuron (AFS)	205.00	ab	117,142
13. Testigo	188.00	abc	107,428
4. tiabendazol (TS)	187.50	abc	107,142
1. Paja de maíz (PM)	169.50	abcd	96,857
10. PC+pencycuron (AFS)	162.00	abcd	92,571
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	158.50	bcd	90,571
3. Paja de alfalfa (PA)	145.50	bcd	83,142
11. PA+pencycuron (AFS)	139.00	cd	79,428
6. PM+tiabendazol (TS)	111.75	de	63,857
7. PC+tiabendazol (TS)	67.00	ef	38,285
8. PA+tiabendazol (TS)	40.75	f	23,285

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

Cabe señalar que los tratamientos que presentaron menor número de plantas emergidas fueron Paja de cebada+tiabendazol (TS) y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) con una media de 67 y 40.75 plantas emergidas, respectivamente, y una densidad poblacional de 38,285 y 23,285 plantas por hectárea. En este caso hubo menor número de plantas emergidas en el tratamiento correspondiente a Paja de alfalfa+tiabendazol debido a que la paja tenía una gran cantidad de tallos de consistencia considerable y que quizás se requería de mayor tiempo para su descomposición. Aunado a lo anterior hay que señalar que posiblemente parte del producto quedó adsorbido en la paja; tal vez germinaron varias semillas, pero no todas lograron emerger ya que los tallos de alfalfa impidieron la germinación. De igual manera es necesario señalar que en este caso el testigo mantuvo una mayor cantidad de plantas germinadas que muchos otros tratamientos, lo cual se debió posiblemente a una mala incorporación de las pajas o quizás éstas aún se encontraban en proceso de descomposición y de alguna manera interfirieron con la germinación de las semillas y la emergencia de plantas.

Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente, los mejores tratamientos fueron los correspondientes a Paja de cebada y pencycuron (AFS); esto debido a que la paja de cebada es un buen promotor de microorganismos antagónicos a *R. solani* con lo cual hubo una disminución en el ataque, lo cual se reflejó en un mayor número de plantas emergidas y, por otro lado, el pencycuron es un fungicida sistémico que no sólo protege a la semilla sino también a la plántula, debido a lo cual hubo un mayor número de plantas emergidas en el tratamiento correspondiente a ese producto (Anónimo, 1999).

4.3. EVALUACION DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN DE *Rhizoctonia solani* Kühn.

4.3.1. Primera evaluación

El análisis de varianza del porcentaje de infección en la primera evaluación, realizada a los 5 días después de la emergencia de plantas (Cuadro 2 del Apéndice) muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos y en la prueba de de comparación de medias (Cuadro 4) se puede observar claramente que en este caso los mejores tratamientos fueron Paja de maíz+tiabendazol (TS), Paja de cebada+pencycuron (AFS) y Paja de cebada; aunque resultaron ser estadísticamente iguales entre si, con medias de infección de 34.16, 37.49 y 37.49 %, respectivamente.

Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn en la primera evaluación en el cultivo del frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del %. de infección	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
6. PM+tiabendazol (TS)	34.16	a*
10. PC+pencycuron (AFS)	37.49	a
2. Paja de cebada (PC)	37.49	a
1. Paja de maíz (PM)	45.82	ab
7. PC+tiabendazol (TS)	45.83	ab
9. P.M+pencycuron (AFS)	45.83	ab
8. PA+tiabendazol (TS)	49.16	ab
11. PA+pencycuron (AFS)	49.99	ab
13. Testigo	52.49	ab
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	54.16	ab
3. Paja de alfalfa (PA)	55.83	ab
4. tiabendazol (TS)	61.66	b
5. pencycuron (AFS)	62.49	b

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

Es necesario señalar que de acuerdo con la prueba de comparación de medias no existen diferencias significativas entre estos tres tratamientos; por otro lado, los tratamientos que resultaron con mayor media de infección, según la prueba de comparación de medias fueron Paja de alfalfa, tiabendazol (TS) y pencycuron (AFS) respectivamente, con medias de infección de 55.83 %, 61.66 % y 62.49 % de acuerdo al orden antes mencionado. Lo anterior se puede explicar de la siguiente forma: la paja de alfalfa contiene una relación C:N baja (9.5) de acuerdo con Montero *et al.* (1978) y al aumentar la relación C:N de un sustrato la colonización por parte de *R. solani* disminuye tal como lo indica Devey y Papavizas (1960), pero como en este caso se tenía una relación C:N baja ocurrió el caso inverso, es decir, hubo un incremento en la infección; por otro lado, el tiabendazol no tuvo efecto sobre el patógeno debido a que en esa etapa la población estaba muy elevada, lo cual se reflejó en un mayor daño; para el caso del pencycuron podemos decir que no ejerció control sobre el patógeno debido a que éste pertenece a un grupo de anastomosis diferente al que controla el producto, por lo tanto el patógeno mostró insensibilidad al producto, según lo indica Sumner (1987) citado por Elías (1996).

Hay que resaltar en este punto que los mejores tratamientos fueron los que involucran pajas (maíz y cebada) lo cual coincide con trabajos hechos anteriormente por otros autores como Zaumeyer y Thomas (1957), los cuales mencionan que la adición de pajas de cebada promueve el desarrollo de microorganismos antagónicos y, por lo tanto, hay una importante disminución de los daños ocasionados por el patógeno; también Snyder *et al.* (1959), aunque a nivel de invernadero, reportan una disminución de daños por *R. solani* mediante la incorporación de residuos de cebada, trigo y maíz en el cultivo del frijol.

4.3.2. Segunda evaluación

El análisis de varianza del porcentaje de infección correspondiente a la segunda evaluación, realizada a los 10 días después de la emergencia de plantas (Cuadro 3 del Apéndice), muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de comparación de medias indica que los tratamientos son estadísticamente iguales (Cuadro 19 del Apéndice). Aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, cabe señalar que los tratamientos que mostraron menor porcentaje de infección fueron paja de maíz+tiabendazol (TS) con un 52.49 % de infección y el tratamiento paja de cebada+pencycuron (AFS) con un 54.16 % de infección.

Lo anterior se puede explicar en la acción que ejercieron las pajas en combinación con los fungicidas como agentes protectivos y promotores de microorganismos antagónicos, así como la relación C:N que presentan los materiales (pajas) antes señalados, lo cual coincide con Snyder *et al.* (1959) quienes al probar diferentes fuentes de materia orgánica (residuos de cebada, trigo, maíz, pepino, alfalfa y soya), con el fin de controlar la severidad del ataque de *R. solani* y otros patógenos de frijol en el Valle de Salinas (E.U.A), encontraron que sólo los cuatro primeros ejercieron buen control; los resultados estuvieron altamente correlacionados con la proporción C:N de los residuos usados.

De igual manera se puede observar que el tratamiento Paja de maíz sin combinación presenta el mayor porcentaje de infección (77.49 %) y el tratamiento correspondiente a tiabendazol (TS)+pencycuron (AFS) con 77.49 % de infección, lo anterior debido a que la paja de maíz posee una relación C:N alta (57.3) de acuerdo con Montero *et al.* (1978), los mismos autores mencionan que al haber una relación C:N alta hay poca disponibilidad de N, el cual es utilizado por los microorganismos para su proliferación y por ende al haber poca disponibilidad de este elemento, hay poca proliferación de microorganismos lo

cual equivale a una mayor infección de acuerdo con Fuentes (1987); en el caso del tratamiento tiabendazol (TS)+pencycuron (AFS) recordemos que los agentes químicos están destinados para matar o para inhibir a determinadas especies, pero que en ocasiones éstos productos químicos pueden ser metabolizados por los microorganismos presentes en el suelo, dando como resultado una modificación o destrucción de su actividad. Al igual que en la primera evaluación se observa nuevamente que los tratamientos en donde están involucrados la paja de maíz y paja de cebada en combinación con los fungicidas son los más efectivos para la disminución de la cantidad de daño en raíz e hipocótilo por *R. solani* debido a la promoción de antagonistas y a la reducción de la población del hongo por el fungicida.

Hay que señalar también que la paja de alfalfa no muestra potencial para la promoción de organismos antagónicos a *R. solani*, ya que en las dos evaluaciones realizadas se obtienen porcentajes de infección muy elevados cuando se usa en combinación con productos químicos, y que los productos químicos al ser utilizados en forma individual resultan ser poco efectivos, tal y como se explicó con anterioridad.

4.4. ALTURA DE PLANTAS

4.4.1. Primera lectura

De acuerdo al análisis de varianza de la primera lectura de altura de plantas (Cuadro 4 del Apéndice) se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de comparación de medias muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales (Cuadro 20 del Apéndice).

También se puede observar que aunque los tratamientos son estadísticamente iguales, los que presentaron mejor altura fueron paja de cebada, tiabendazol (TS) y paja de cebada+tiabendazol (TS), esto se debe a que aún no se manifestaba el efecto de los tratamientos ya que en ocasiones el antagonismo requiere un poco de tiempo de adaptación para ser efectivo como lo indica Fry (1982).

4.4.2. Segunda lectura

El análisis de varianza de los datos de altura de plantas en la segunda evaluación indica que ya existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 5 del Apéndice) y la prueba de comparación de medias muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes (Cuadro 5), resultando mejor el tratamiento Paja de cebada con una media de 15.27 cm de altura, y en segundo término, los tratamientos pencycuron (AFS) y tiabendazol (TS) con medias de 12.35 cm y 12.12 cm, respectivamente. Para el caso de la paja de cebada es posible que su mayor acción sea debida a que hubo una mayor reproducción de microorganismos antagonistas a *R. solani* y éstos redujeron la actividad del patógeno, ya que como lo señala Bear (1969) cualquier agroecosistema que tienda a incrementar su riqueza en materia orgánica incrementa de manera proporcional su población microbiana con todas las ventajas que derivan de sus actividades.

La mayor altura obtenida en los tratamientos pencycuron (AFS) y tiabendazol (TS) posiblemente se debió a que éstos logran proteger ligeramente a la semilla y a la plántula del ataque del hongo lo que permitió que las raíces desarrollaran más y con ello lograron una mayor absorción de agua y nutrientes; lo cual se manifiesta en una mayor altura de plantas.

Cuadro 5. Comparación de medias correspondiente a la segunda lectura de altura de plantas en el cultivo del frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	15.27	a*
5. pencycuron (AFS)	12.35	b
4. tiabendazol (TS)	12.12	bc
1. Paja de maíz (PM)	11.92	bcd
10. PC+pencycuron (AFS)	11.71	bcd
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	10.88	bcd
3. Paja de alafalfa (PA)	10.83	bcd
7. PC+tiabendazol (TS)	10.63	bcd
11. PA+pencycuron (AFS)	10.50	bcd
6. PM+tiabendazol (TS)	10.32	bcd
9. PM+pencycuron (AFS)	10.20	cd
13. Testigo	9.27	d
8. PA+tiabendazol (TS)	9.21	d

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

Es necesario señalar que la prueba realizada también muestra que los tratamientos Paja de maíz+pencycuron (AFS), Testigo y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) resultaron ser los tratamientos menos efectivos con medias de altura de 10.20 cm ; 9.27 cm y 9.21 cm, respectivamente. Los demás tratamientos resultan ser estadísticamente iguales entre si con alturas muy similares. Cabe recalcar que los tratamientos Paja de alfalfa, Paja de alfalfa+pencycuron y Paja de alfalfa+tiabendazol nuevamente resultan ser estadísticamente diferentes al tratamiento correspondiente a Paja de cebada debido a que la Paja de alfalfa posee una relación C:N baja lo cual favorece la

infección, ya que bajo esas circunstancias, el patógeno incrementa el potencial para colonizar, aumentándose de esta manera la infección y al haber mayor infección esto se manifiesta con una menor altura; todo anterior aunado a que posiblemente los fungicidas se adsorben en los residuos de alfalfa, bloqueándose de esta manera su acción.

4.4.3. Tercera lectura

El análisis de varianza realizado a la variable altura de plantas en la tercera evaluación (Cuadro 6 del Apéndice) indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y la prueba de comparación de medias (Cuadro 6) muestra que tratamientos son estadísticamente diferentes, resultando ser los mejores los tratamientos Paja de cebada con una media de altura de 22.5 cm, aunque resulta ser estadísticamente igual al tratamiento tiabendazol (TS) con una media de altura de planta de 19.0 cm El resultado obtenido con Paja de cebada coincide con Martin y Focht (1977) y Anónimo (1980) quienes señalan que la adición de materia orgánica mantiene una población microbial más grande y variada que favorece el control biológico; debido a lo cual las plantas presentan un mejor desarrollo al mantener sano su sistema radical; en el caso del tratamiento correspondiente a tiabendazol (TS) podemos decir que si bien es cierto que el fungicida protege a la semilla y en etapa muy temprana de plántula al cultivo, esto se refleja más tarde como un aspecto favorable en un crecimiento más acelerado si durante las primeras etapas estuvo libre del ataque del patógeno.

Cabe señalar que existe un comportamiento muy similar a las primeras dos lecturas anteriores ya que los tratamientos que mostraron los mejores resultados en esta lectura, resultan ser los mismos que las lecturas que fueron analizadas y discutidas con anterioridad.

Cuadro 6. Comparación de medias correspondiente a la tercera lectura de altura de plantas de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	22.50	a*
4. tiabendazol (TS)	19.00	ab
5. pencycuron (AFS)	17.27	bc
1. Paja de maíz (PM)	16.56	bcd
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	15.63	bcd
10. PC+pencycuron (AFS)	15.35	bcd
13. Testigo	14.69	cd
9. PM+pencycuron (AFS)	14.36	cd
7. PC+tiabendazol (TS)	14.25	cd
6. PM+tiabendazol (TS)	13.83	cd
11. PA+pencycuron (AFS)	13.68	cd
3.Paja de alfalfa (PA)	13.04	cd
8. PA+tiabendazol (TS)	11.86	d

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

Es conveniente señalar que el Cuadro de comparación de medias de la tercera lectura de altura de plantas los tratamientos que resultan ser los menos efectivos con medias de 13.68 cm, 13.04 cm y 11.86 cm fueron Paja de alfalfa+pencycuron (AFS), Paja de alfalfa y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS), respectivamente; lo anterior debido a las mismas razones de la relación C:N de la Paja de alfalfa y a la posible adsorción del fungicida a la misma paja explicadas con anterioridad. Los demás tratamientos resultan ser estadísticamente iguales con medias de altura similares entre si.

4.4.4. Cuarta lectura

El Cuadro 7 del Apéndice indica que, en análisis de varianza para la variable altura de plantas en su cuarta lectura, existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y la comparación de medias (Cuadro 7) muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes, resultando ser mejores los tratamientos Paja de cebada con una media de altura de 35.51 cm, tiabendazol (TS) con una media de 30.01 cm y el tratamiento pencycuron (AFS) con una media de 29.80 cm, quedando demostrado de esta forma una vez más que la materia orgánica de cebada es un sustrato adecuado para la actividad de los microorganismos los cuales ejercen mejor su actividad antagónica como lo indican Tisdale y Nelson (1970) y Sánchez (1976) y que, los fungicidas utilizados ejercieron un efecto protectorio durante las primeras etapas del cultivo lo cual favoreció un crecimiento más acelerado de las plantas.

Cuadro 7. Comparación de medias de la variable correspondiente a la altura de plantas de frijol en su cuarta lectura, durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	31.51	a*
4. tiabendazol (TS)	30.01	ab
5. pencycuron (AFS)	29.80	abc
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	29.18	abc
1. Paja de maíz (PM)	26.93	abcd
10. PC+pencycuron (AFS)	25.72	abcd
9. PM+pencycuron (AFS)	25.42	abcd
7. PC+tiabendazol (TS)	24.00	bcd
13. Testigo	23.85	bcd
6. PM+tiabendazol (TS)	22.93	cd
11. PA+pencycuron (AFS)	22.48	d
3. Paja de alfalfa (PA)	22.18	d
8. PA+Fungicida (TS)	21.18	d

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

La prueba de comparación de medias también muestra que los tratamientos que presentaron la menor media de altura fueron Paja de alfalfa+pencycuron (AFS), Paja de alfalfa y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) con medias de altura de 22.48 cm, 22.18 cm y 21.18 cm, respectivamente, siendo una vez más los tratamientos menos efectivos aquellos en los cuales esta involucrado la paja de alfalfa.

De acuerdo a la comparación de medias de Tukey en las cuatro lecturas realizadas para la variable altura de plantas, los mejores tratamientos fueron Paja de cebada, tiabendazol (TS) y pencycuron (AFS), ya que presentaron las mayores medias de altura de plantas durante las lecturas realizadas que, de acuerdo con Baker y Cook (1974), sobresale el tratamiento Paja de cebada debido a que los residuos vegetales juegan un papel muy importante en el desarrollo de microorganismos antagónicos y al mismo tiempo hay una mayor cantidad y variedad de microorganismos provistos por el modificador orgánico y, por consiguiente, la probabilidad de supresión de un patógeno es mayor, permitiendo de esta manera que la planta alcance un mejor desarrollo y producción; por el contrario, los tratamientos menos efectivos fueron Paja de alfalfa+pencycuron, Paja de alfalfa y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) lo cual confirma que, para esta variable, la paja de alfalfa resulta tener efectos negativos, lo cual puede deberse a que los antagonistas en ocasiones no tienen la capacidad de sobrevivencia como lo indica Fry (1982), o bien, el mecanismo es inefectivo o suprimido dentro de la complejidad de un suelo, a la relación C:N que posee la paja de alfalfa y a la posible adsorción del fungicida a la misma paja.

4.5. Número de vainas por planta.

El Cuadro 8 del Apéndice muestra que durante el primer ciclo, el análisis de varianza no arroja diferencias significativas entre tratamientos, en tanto que, la prueba de comparación de medias muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales (Cuadro 21).

Aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos, la prueba muestra que el tratamiento que presentó mayor media del número de vainas por planta fue el correspondiente a Paja de cebada, seguido del tratamiento Paja de maíz; con medias de 28.05 y 25.22 vainas por planta, de manera respectiva. Sobresale el tratamiento correspondiente a Paja de cebada, debido principalmente a que en la evaluación de los parámetros anteriores (emergencia de plantas, porcentaje de infección y altura de plantas) se obtuvieron los resultados más altos, lo cual le permitió a las plantas tener un mejor desarrollo y por ende una mayor fructificación.

Para el caso del tratamiento correspondiente a Paja de alfalfa que presentó una media de 24.75 vainas por planta podemos mencionar que cuando una leguminosa es incorporada como sustrato ocurre un enriquecimiento positivo del suelo en nitrógeno y que los tejidos tiernos por su consistencia (debida a una mayor cantidad de nitrógeno) son los primeros en ser atacados por los microorganismos y se comienza a formar amonio y nitratos utilizables por las plantas, en tanto que los tallos duros se descomponen más lentamente y, por lo tanto, suministran materia prima para la nitrificación en un período más avanzado de crecimiento del cultivo como lo menciona Suárez (1979), permitiendo de esta manera que las plantas tengan una buena fructificación.

De igual manera se observa que los tratamientos que mostraron menor media del número de vainas por planta, fueron Paja de cebada+pencycuron (AFS) con una media de 20.77 vainas por planta, Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) con una media de 20.75 vainas por planta y el Testigo con una media de 18.37 vainas por planta. Cabe señalar que en el momento en que se llevó a cabo el conteo del número de vainas por planta el cultivo aún se encontraba en etapa de fructificación, ya que las heladas tempranas que se presentaron al inicio del cultivo impidieron que culminara en forma natural su etapa de fructificación, influyendo de esta manera en los resultados obtenidos para la variable correspondiente.

4.6. Peso seco

El análisis de varianza para la variable peso seco indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 9 del Apéndice) y, por otro lado, la prueba de Tukey (Cuadro 8) de comparación de medias muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes, registrando mayor peso el tratamiento Paja de cebada con 2,011 kg/ha de peso seco, seguido por el tratamiento tiabendazol (TS) con una media de 1,998 kg/ha de peso seco. Al igual que en el caso anterior, el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento Paja de cebada debido a que desde un inicio con este tratamiento se obtuvo la mayor densidad poblacional, el menor daño en raíz e hipocótilo, la mayor altura y el mayor número de vainas/planta.

Cuadro 8. Comparación de medias correspondientes a la variable peso seco del frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del del peso seco. (kg/ha)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	2,011	a*
4. tiabendazol (TS)	1,998	a
1. Paja de maíz (PM)	1,908	ab
10. PC+pencycuron (AFS)	1,840	ab
9. PM+pencycuron (AFS)	1,777	ab
5. pencycuron (AFS)	1,742	ab
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	1,737	ab
13. Testigo	1,708	ab
3. Paja de alfalfa (PA)	1,485	abc
11. PA+pencycuron (AFS)	1,280	abc
6. PM+tiabendazol (TS)	1,194	bcd
7.PC+tiabendazol (TS)	800	cd
8. PA+tiabendazol (TS)	457	d

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

Hay que señalar también que los tratamientos que registraron menor peso seco fueron los correspondientes a Paja de maíz+tiabendazol (TS) con una media de 1,194 kg/ha, Paja de cebada+tiabendazol (TS) con una media de 800 kg/ha y Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) con una media de 457 kg/ha de peso seco. Hay que hacer notar que las pajas de los cereales son pobres en nitrógeno como lo indica Fuentes (1987) y que la tasa de descomposición de los materiales depende del contenido de nitrógeno de los tejidos, siendo metabolizados más rápidamente los tejidos ricos en proteínas, como lo señala Alexander (1977), por lo tanto, debido a que hubo poca aportación de nitrógeno por parte de las pajas de maíz y de cebada interfiriendo de esta manera con la actividad simbiótica del cultivo con lo cual se obtuvieron plantas de poco peso;

para el caso del tratamiento correspondiente a Paja de alfalfa podemos decir que las plantas registraron un peso seco bajo debido a que en este tratamiento se obtuvo el menor número de plantas emergidas al igual que en los tratamientos correspondientes a Paja de maíz+tiabendazol y Paja de cebada+tiabendazol.

4.7. CICLO 1998

4.7.1. Número de plantas emergidas

En el análisis de varianza (Cuadro 10 del Apéndice), se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de comparación de medias (Cuadro 22 del Apéndice) muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales.

Si bien es cierto que los tratamientos son estadísticamente iguales , se puede observar que el tratamiento que mostró mayor número de plantas emergidas fue el correspondiente a Paja de cebada con una media de 232.25 plantas emergidas, lo cual corresponde a una densidad de población de 132,714 plantas/ha, seguido por el tratamiento Paja de maíz, con una media de 219.50 plantas emergidas, correspondiendo a una densidad poblacional de 125,428 plantas/ha.

Lo anterior indica que tanto la paja de maíz como la paja de cebada tienen un efecto favorable al ser incorporados en un suelo en donde se va a cultivar frijol, protegiendo de esta manera a la semilla del ataque de patógenos conforme se va dando el proceso de descomposición de las pajas, justamente cuando ocurren los daños más críticos (etapas V0-V2 de la fenología del cultivo) como lo señala Anónimo (1992) siendo en estas etapas cuando las

plántulas son más susceptibles al ataque del hongo, permitiéndolo de esta manera que se tenga una buena densidad poblacional del cultivo.

Es importante señalar que durante el primer ciclo del cultivo el tratamiento que registró mayor número de plantas emergidas fue el correspondiente a Paja de cebada, pero en este caso uno de los mejores tratamientos resultó ser el correspondiente a Paja de maíz, lo anterior debido a que la Paja de maíz posee una relación C:N alta (57.3), lo cual dificulta su descomposición, o mejor dicho, su descomposición es lenta; pero ya para el segundo ciclo del cultivo el nitrógeno se incrementó con lo cual hubo una mayor proliferación de microorganismos a *R. solani* y por ende una mayor emergencia de plantas, como lo señalan Montero *et al.* (1978) y Fuentes (1987).

De igual manera se puede observar que los tratamientos que tuvieron menor media del número de plantas emergidas fueron Paja de alfalfa con una media de 191.75 plantas emergidas, lo cual representa una densidad poblacional de 109,571 plantas/ha, al igual que el tratamiento Paja de maíz+pencycuron (AFS) con una media de 186 plantas emergidas, representando una densidad poblacional de 106,285 plantas/ha y, finalmente el tratamiento Paja de cebada+tiabendazol (TS) con una media de 169.25 plantas emergidas y una densidad poblacional de 96,714 plantas/ha.

Nuevamente se observa que dentro de los tratamientos menos efectivos se encuentra la Paja de alfalfa, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Cano (1997) al evaluar varios métodos para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en haba (*Vicia faba* L.) donde se reporta que durante dos ciclos consecutivos se obtuvo la menor densidad poblacional en el tratamiento correspondiente a la paja de alfalfa, es debido a que posiblemente, la Paja de alfalfa pueda ejercer una estimulación directa sobre la microflora de la rizosfera,

especialmente sobre *R. solani*, posiblemente incrementando la población del patógeno y esto puede dañino sobre el desarrollo de las plantas, tal como lo señala Alexander (1977).

4.7.2. PORCENTAJE DE INFECCIÓN

4.7.2.1. Primera evaluación

El análisis de varianza (Cuadro 11 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y, por otro lado, la prueba de comparación de medias (Cuadro 9) muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes. Se puede observar que los tratamientos que mostraron menor porcentaje de infección fueron Paja de cebada+pencycuron (AFS) con un porcentaje de infección de 11.40, Paja de cebada con un porcentaje de infección de 18.45 y el tratamiento Paja de cebada+tiabendazol (TS) con un porcentaje de infección de 20.23. Esto se debe a que a medida que se aumenta anualmente la cantidad de residuos orgánicos agregados al suelo, hay un aumento en el contenido de materia orgánica y ésta modifica la sensibilidad de las plantas al ataque de ciertos patógenos, de acuerdo con Fuentes (1987) y Aguilera (1989).

Lo anterior indica que efectivamente la paja de cebada es un buen promotor de microorganismos antagónicos contra *R. solani*, ya que en éstos fue donde se observaron los menores porcentajes de infección. De igual forma podemos decir que hubo una buena protección de la semilla con el uso de las pajas antes mencionadas, en las primeras etapas del cultivo, que es cuando éste es más susceptible al ataque del patógeno de acuerdo con Beebe (1984).

Cuadro 9. Comparación de medias del porcentaje de infección en raíz e hipocótilo en plantas de frijol en la primera lectura durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del % de infección	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
10. PC+pencycuron (AFS)	11.90	a*
2. Paja de cebada (PC)	18.45	ab
7. PC+tiabendazol (TS)	20.23	ab
11. PA+pencycuron (AFS)	27.37	ab
13. Testigo	28.35	ab
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	30.35	ab
8. PA+tiabendazol (TS)	30.95	ab
9. PM+pencycuron (AFS)	31.54	ab
4. tiabendazol (TS)	39.88	ab
5. pencycuron (AFS)	41.66	ab
1. Paja de maíz (PM)	41.66	ab
6. PM+tiabendazol (TS)	41.66	ab
3. Paja de alfalfa (PA)	51.78	b

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

De igual manera, se puede observar en el Cuadro 13 que los tratamientos que mostraron mayor porcentaje de infección fueron Paja de maíz con un 41.66 % de infección, Paja de maíz+tiabendazol (TS) con un 41.66 % de infección y el tratamiento Paja de alfalfa con un 51.78 % de infección. Cabe señalar que en esta primera lectura nuevamente está involucrado el tratamiento correspondiente a la paja de alfalfa como el efectivo, teniendo un efecto negativo sobre el cultivo del frijol, ya que es en éste tratamiento donde se observa el mayor porcentaje de infección.

Cabe señalar que estos resultados se obtuvieron debido a que la Paja de maíz posee una relación C:N alta y por lo tanto su descomposición es lenta, lo cual hace que exista poca disponibilidad de nitrógeno y, al haber poco nitrógeno, hay poca actividad antagónica lo cual se refleja en una mayor infección y por otro lado, si bien es cierto que el tiabendazol protege a la semilla durante la germinación y en estado de plántula, hay que tomar en consideración que durante esa etapa la población del patógeno estaba muy elevada, debido a lo cual se tuvo más infección en dicho tratamiento o quizás no era la dosis adecuada para ejercer un buen control; para el caso de la Paja de alfalfa podemos decir que este material posee una relación C:N baja (9.5) y el rango óptimo para que la mayoría de los microorganismos presentes en un suelo funcionen es de 16-22, según lo indica Montero *et al.* (1978).

4.7.2.2. Segunda evaluación

El análisis de varianza (Cuadro 12 del Apéndice) muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos en la segunda lectura correspondiente al porcentaje de infección. Por otro lado, el Cuadro 10 de comparación de medias indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes, de acuerdo con la prueba realizada para tal efecto.

De acuerdo con los datos arrojados por la prueba antes mencionada, los mejores tratamientos en esta segunda evaluación del porcentaje de infección en la raíz e hipocótilo de las plantas de frijol fueron Paja de cebada+pencycuron (AFS) con un porcentaje de infección de 20.70 y el tratamiento Paja de cebada+tiabendazol (TS) con un porcentaje de infección de 32.73.

Se muestra claramente que los mejores tratamientos para esta segunda evaluación del porcentaje de infección son aquellos en donde está involucrada la paja de cebada, ya que allí fue donde se presentaron los menores porcentajes de infección, demostrándose una vez más que dicha paja es una buena alternativa para disminuir los daños en la raíz e hipocótilo del frijol provocados por *R. solani* debido a la promoción de microorganismos que son de gran importancia en el antagonismo microbiano y en la regulación de la composición de la comunidad del suelo como lo señala Alexander (1977), el mismo autor señala que los microorganismos tienen la capacidad de excretar antibióticos y producir enzimas que provocan la lisis de hongos y bacterias, contribuyendo de esta manera a la eliminación de hongos que provocan enfermedades a las plantas superiores. Por otro lado, Snyder *et al.* (1959) indican que las sustancias volátiles liberadas por los microorganismos como efecto de la descomposición de la materia orgánica afecta la incidencia de *R. solani*.

Cuadro 10. Comparación de medias del porcentaje de infección en raíz e hipocótilo en plantas de frijol en la segunda lectura durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del % de infección	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
10. PC+pencycuron (AFS)	20.70	a*
7. PC+tiabendazol (TS)	32.73	ab
8. PA+tiabendazol (TS)	47.02	ab
9. PM+pencycuron (AFS)	47.02	ab
2. Paja de cebada (PC)	49.99	ab
13. Testigo	50.59	ab
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	51.78	ab
1. Paja de maíz (PM)	52.36	ab
6. PM+tiabendazol (TS)	52.97	ab
3. Paja de alfalfa (PA)	54.75	ab
11. PA+pencycuron (AFS)	55.35	ab
4. tiabendazol (TS)	56.54	b
5. pencycuron (AFS)	58.92	b

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

En el Cuadro 10 también se puede observar que los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de infección fueron los correspondientes a Paja de alfalfa+tiabendazol (AFS) con un porcentaje de infección de 55.35 y tiabendazol (TS) con un porcentaje de infección de 58.92. Nuevamente el tratamiento que involucra a la paja de alfalfa resultó ser de los peores, junto con los tratamientos en donde se utilizaron productos químicos.

4.7.3. ALTURA DE PLANTAS

4.7.3.1. Primera lectura

El análisis de varianza (Cuadro 13 del Apéndice) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en tanto que la prueba de comparación de medias (Cuadro 11) muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes.

En esta primera lectura de altura de plantas se puede observar que hubo una mayor altura en los tratamientos Paja de cebada con una media de 7.35 cm, tiabendazol (TS) con una media de 7.27 cm y el tratamiento Paja de maíz+tiabendazol (TS) con una media de altura de planta de 6.80 cm, resultando ser estadísticamente iguales entre sí. El resto de los tratamientos tuvieron un comportamiento muy similar entre ellos sin que se note una diferencia en términos estadísticos en dichos tratamientos. Hay que señalar que los residuos de las plantas constituyen una parte muy importante en el suelo, tal como lo menciona Anónimo (1982), pues además de servir como fuente de nutrición para la producción de energía promueven la reproducción de microorganismos del suelo, los cuales ejercen una acción antagónica hacia los patógenos presentes y el fungicida de alguna manera tuvo un efecto protector de la semilla lo cual le permitió a las plantas desarrollarse con mayor rapidez.

Los tratamientos en los cuales hubo menor altura de plantas en esta primera lectura corresponden a Paja de alfalfa+tiabendazol (TS) con una media de 6.05 cm de altura de plantas, el Testigo con una media de altura de plantas de 6.02 cm; así como el tratamiento Paja de cebada+pencycuron (AFS) con una media de altura de plantas de 5.10 cm, debido quizás a que los microorganismos que fueron promovidos con la Paja de alfalfa también fueron afectados de alguna manera con el fungicida; pudiendo haber ocurrido algo similar para el tratamiento correspondiente a Paja de cebada+pencycuron (AFS) y en el caso del testigo, éste resultó con menor altura debido a que en dicho tratamiento hubo mayor infección de la raíz e hipocótilo de las plantas, lo cual se vió reflejado con una menor altura de plantas.

Cuadro 11. Comparación de medias de la variable altura de plantas en la primera lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	7.35	a*
4. tiabendazol (TS)	7.27	a
3. Paja de alfalfa (PA)	7.15	ab
6. PM+tiabendazol (TS)	6.80	abc
1. Paja de maíz (PM)	6.55	bcd
5. pencycuron (AFS)	6.45	cd
7. PC+tiabendazol (TS)	6.45	cd
9. PM+pencycuron (AFS)	6.35	cd
12. tiaben.(TS)+pencyc.AFS)	6.32	cd
11. PA+pencycuron (AFS)	6.20	cd
8. PA+tiabendazol (TS)	6.05	d
13. Testigo	6.02	d
10. PC+pencycuron (AFS)	5.10	e

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

4.7.3.2. Segunda lectura

El análisis de varianza (Cuadro 14 del Apéndice) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y el Cuadro 12 indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes según la prueba de comparación de medias.

De acuerdo con la prueba, los mejores tratamientos en esta segunda lectura de altura de plantas fueron Paja de cebada con una media de 11.37 cm y Paja de maíz+pencycuron (AFS), con una media de 11.20 cm de altura de plantas, resultando ser estadísticamente iguales.

Cabe resaltar que nuevamente el tratamiento correspondiente a Paja de cebada registró la mayor altura de plantas al igual que en el caso anterior de la primera lectura, y, que la forma más sencilla y común de adicionar materia orgánica al suelo es mediante la incorporación de los residuos de las cosechas como pajas de cebada, trigo, rastrojo de maíz, etc (Anónimo, 1978); también es importante señalar que la paja de cebada es un buen sustrato como fuente de energía de los microorganismos que se desarrollan en él y, por lo tanto, se genera un antagonismo hacia los patógenos del suelo, lo cual se manifiesta con una mayor altura al haber menos daños en la raíz de las plantas. Al igual que con la Paja de cebada, sucede algo similar con la Paja de maíz que al estar en combinación con el pencycuron hay mayor protección de la zona radical del cultivo debido a que en cierta forma hay mayor liberación de nitrógeno por parte de la Paja de maíz al estar en combinación con el fungicida y, por lo tanto, hay mayor altura de plantas.

Los tratamientos que resultan ser menos efectivos en esta segunda lectura de altura de plantas son Paja de maíz con una media de altura de plantas de 9.0 cm, Paja de alfalfa+pecycuron (AFS) con una media de 8.4 cm de altura de plantas y el Testigo con una media de 8.0 cm de altura de plantas.

En el caso del tratamiento correspondiente a Paja de maíz que debido a que, ésta posee una relación C:N alta la descomposición de la misma es lenta teniendo un aporte de nitrógeno bajo y por ende hay un desarrollo menor de microorganismos, lo cual finalmente se manifiesta con una menor altura de plantas, ya que al haber poca protección de las raíces hay mermas en la constitución de las plantas; por otro lado, quizás el fungicida es inmovilizado por los microorganismos derivados de la paja de alfalfa o de alguna manera el fungicida queda adsorbido en la paja, o bien, los microorganismos presentes en dicha paja son afectados por el fungicida. Finalmente, el testigo resulta con una menor altura debido a que desde etapas tempranas se ve afectado por los patógenos presentes en la zona radical del cultivo (Anónimo, 1992; Montero *et al.* 1978; Alexander, 1977).

Cuadro 12. Comparación de medias de la altura de plantas en la segunda lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	11.37	a*
9. PM+pencycuron (AFS)	11.20	a
3. Paja de alfalfa (PA)	10.40	b
7. PC+tiabendazol (TS)	10.35	b
4. tiabendazol (TS)	9.80	bc
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	9.80	bc
5. pencycuron (AFS)	9.61	cd
6. PM+tiabendazol (TS)	9.40	cd
8. PA+tiabendazol (TS)	9.20	cd
10. PC+pencycuron (AFS)	9.10	d
1. Paja de maíz (PM)	9.00	de
11.PA+pencycuron (AFS)	8.40	ef
13. Testigo	8.00	f

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

Es necesario recalcar que el tratamiento Paja de cebada junto con el tratamiento Paja de maíz+pencycuron (AFS) fueron lo mejores, en contraste con los tratamientos a base de productos químicos utilizados en forma individual, y que la Paja de alfalfa en combinación con el pencycuron (AFS) al igual que el Testigo fueron los tratamientos menos efectivos, por las razones expuestas con anterioridad.

4.7.3.3. Tercera lectura

El análisis de varianza (Cuadro 15 del Apéndice) muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, mientras que la prueba de comparación de medias (Cuadro 13) muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Cuadro 13. Comparación de medias de la variable altura de plantas en la tercera lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	15.02	a*
11. PA+pencycuron (AFS)	14.42	ab
9. PM+pencycuron (AFS)	14.20	abc
7. PC+tiabendazol (TS)	13.65	abc
6. PM+tiabendazol (TS)	13.22	bcd
1. Paja de maíz (PM)	13.20	bcd
8. PA+tiabendazol (TS)	13.17	bcd
13. Testigo	13.00	bcd
3. Paja de alfalfa (PA)	12.67	cd
10. PC+pencycuron (AFS)	11.77	de
4. tiabendazol (TS)	11.65	de
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	10.80	e
5. pencycuron (AFS)	10.70	e

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

Los tratamientos que mostraron la mayor media de altura fueron Paja de cebada con una media de 15.02 cm y Paja de alfalfa+pencycuron (AFS) con una media de 14.42 cm de altura de plantas, resultando ser estadísticamente iguales entre si. Hay que señalar una vez más que los mejoradores del suelo (pajas) tienen que ser considerados en relación a la flora microbiana que promueven, brindándole protección a las que se desarrollan en él, lo cual permite que las plantas tengan un mejor desarrollo, como lo indican Schmid *et al.* citados por Palti (1981).

Los tratamientos menos efectivos en esta tercera lectura de altura de plantas fueron tiabendazol (TS) con una media de 11.65 cm de altura de plantas, tiabendazol (TS)+pencycuron (AFS) una media de 10.80 cm de altura de plantas y pencycuron (AFS) con una media de altura de plantas de 10.70 cm. Recordemos que los productos químicos están diseñados para inhibir o matar a determinadas especies nocivas y que es muy probable que, por lo menos algunos puedan tener cierto efecto dañino en especies que no lo son, incluyendo a los microorganismos del suelo, por otro lado, los productos químicos pueden ser metabolizados por los microorganismos, dando como resultado una modificación o destrucción de su actividad, como lo menciona Alexander (1977).

Cabe señalar que en esta tercera lectura de altura de plantas los tratamientos a base de productos químicos resultaron ser los menos efectivos, inclusive el Testigo presentó una mayor media de altura de plantas que los tratamientos mencionados, debido a los fundamentos antes expuestos.

4.7.3.4. Cuarta lectura

En el Cuadro 16 del Apéndice se muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y por otro lado, en el Cuadro 14 se observa que los tratamientos son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de comparación de medias.

Cuadro 14. Comparación de medias de la altura de plantas en la cuarta lectura en plantas de frijol, durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	25.67	a*
10. PC+pencycuron (AFS)	24.80	ab
6. PM+tiabendazol (TS)	24.20	bc
8. PA+tiabendazol (TS)	23.20	c
7. PC+tiabendazol (TS)	21.97	d
11. PA+pencycuron (AFS)	21.20	d
13. Testigo	19.70	e
1. Paja de maíz (PM)	19.60	e
9. PM+pencycuron (AFS)	18.22	f
5. pencycuron (AFS)	18.00	fg
12. tiaben.(TS)+pencyc.(AFS)	17.20	fg
4. tiabendazol (TS)	17.00	g
3. Paja de alfalfa (PA)	15.42	h

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

De acuerdo a la prueba de comparación de medias (Cuadro 14) se puede observar que el mejor tratamiento fue Paja de cebada con una media de 25.67 cm de altura de plantas, seguido por tratamiento Paja de cebada+pencycuron (AFS) con una media de 24.80 cm de altura de plantas y Paja de maíz+tiabendazol (TS) con una media de 24.20 cm de altura de plantas, esto puede deberse a que la disponibilidad de materia orgánica determina el tamaño y la composición de los microorganismos presentes en un suelo y la naturaleza de la flora varia con la composición química de los sustratos agregados; algunos grupos predominan por algunos días, otros mantienen niveles poblacionales altos durante largos períodos; de igual forma los microorganismos proliferan pudiendo hacer frente a otros organismos que tengan potenciales enzimáticos similares, como lo señala Alexander (1977) y las plantas presentan un mejor desarrollo al ser menos dañadas por los patógenos. Por otro lado, los tratamientos en los cuales las plantas presentaron menor altura de plantas fueron tiabendazol (TS) +pencycuron (AFS) con una media de 17.20 cm de altura de plantas; tiabendazol (TS) con una media de 17.0 cm y el tratamiento Paja de alfalfa con una media de 15.42 cm de altura de plantas. En el caso de los fungicidas podemos decir que quizás éstos fueron metabolizados por los microorganismos presentes impidiendo de esta manera que dichos productos ejercieran su efecto sobre los patógenos lo cual se manifestó en una menor altura de plantas. En el caso la Paja de alfalfa, debido a que posee una relación C:N baja, la disponibilidad de nitrógeno es alta y por ende hay proliferación de microorganismos, pero como lo indica Alexander (1977), la microflora de la rizosfera puede tener una influencia ya sea favorable o dañina sobre el desarrollo de la planta por las sustancias benéficas o tóxicas que se producen y que pueden causar una respuesta inmediata.

Es necesario señalar que el mejor de los tratamientos, en cuanto al parámetro altura de plantas, es la paja de cebada. Fry (1982) señala que los organismos antagonistas en algunos casos se adicionan al ecosistema y que en otros casos se modifica el ambiente para promover el desarrollo de antagonistas.

4.7.4. Número de vainas por planta

El análisis de varianza (Cuadro 17 del Apéndice) indica que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos y, por otro lado, la prueba de comparación de medias (Cuadro 15) muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Cuadro 15. Comparación de medias de la variable número de vainas por planta en el cultivo del frijol durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del número de vainas/planta	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	61.00	a*
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	49.00	b
1. Paja de maíz (PM)	48.00	b
7. PC+tiabendazol (TS)	45.25	bc
5. pencycuron (AFS)	45.25	bc
4. tiabendazol (TS)	45.00	bc
6. PM+tiabendazol (TS)	42.25	cd
3. Paja de alfalfa (PA)	42.00	cd
8. PA+tiabendazol (TS)	42.00	cd
10. PC+pencycuron (AFS)	41.50	cd
11. PA+pencycuron (AFS)	41.25	cd
9. PM+pencycuron (AFS)	38.75	de
13. Testigo	35.25	e

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

El mejor tratamiento de acuerdo con la comparación de medias realizado fue el correspondiente a Paja de cebada con un promedio de 61 vainas/planta, seguido por el tratamiento tiabendazol (TS)+pencycuron (AFS) y Paja de maíz con 49 y 48 vainas por planta, respectivamente. Cabe señalar que desde un principio en el tratamiento Paja de cebada se observó menor infección en raíz e hipocótilo de las plantas, mayor altura, lo cual permitió que hubiera una buena fructificación; para el caso del tratamiento a base de fungicidas, aunque no fue de los mejores, tampoco afectó el proceso de fructificación y, por otro lado, debido a que el proceso de descomposición de la Paja de maíz es lento al final hubo aporte de algunos elementos como nitrógeno que de alguna manera ayudó en el proceso de fructificación.

Por otro lado, los tratamientos en los cuales hubo menor número de vainas por planta fueron Paja de alfalfa+pencycuron (AFS) con un promedio de 41.25 por planta y Paja de maíz+pencycuron (AFS) con 38.75 vainas por planta en promedio, así como el Testigo con 35.25 vainas por planta en promedio debido a que en los parámetros evaluados con anterioridad su efecto no fue del todo bueno, reflejándose en la etapa de fructificación del cultivo.

4.7.5. Rendimiento

El análisis de varianza (Cuadro 18 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos y el Cuadro 16 de la comparación de medias de muestra que los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Cuadro 16. Comparación de medias de la variable correspondiente al rendimiento en el cultivo del frijol durante el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del del rendimiento (kg/ha)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	2,127	a*
10. PC+pencycuron (AFS)	1,770	ab
6. PM+tiabendazol (TS)	1,750	ab
9. PM+pencycuron (AFS)	1,697	ab
8. PA+tiabendazol (TS)	1,667	ab
1. Paja de maíz (PM)	1,667	ab
7. PC+tiabendazol (TS)	1,649	ab
4. tiabendazol (TS)	1,647	ab
11. PA+pencycuron (AFS)	1,635	ab
3. Paja de alfalfa (PA)	1,610	ab
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	1,567	ab
13. Testigo	1,521	ab
5. pencycuron (AFS)	1,462	b

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

Los mejores tratamientos fueron Paja de cebada, Paja de cebada+pencycuron (AFS) y Paja de maíz+tiabendazol (TS) con un promedio de 2,127; 1,521; y 1,416 kg /ha. Cabe resaltar que el tratamiento correspondiente a Paja de cebada fue el que registró mayor número de vainas por planta lo cual se vió reflejado en un buen rendimiento. Por otro lado, podemos decir que los otros dos tratamientos que registraron los mejores promedios en rendimiento no registraron un número de vainas por planta elevado, pero que el grano fue de buena calidad y que por lo tanto se obtuvo un buen peso en dichos tratamientos.

Los tratamientos que tuvieron menor rendimiento fueron tiabendazol (TS) +pencycuron (AFS), el Testigo y el tratamiento pencycuron (AFS) con 1,567; 1,521; y 1,462 kg/ha. Hay que señalar que aún cuando el tratamiento a base de fungicidas registró un buen número de vainas por planta éstas no fueron de buena calidad lo cual dió como resultado granos de poco peso y por ende un menor rendimiento; en el caso del testigo, es necesario recalcar que éste fue el tratamiento que registró menor número de vainas por planta y de baja calidad por lo cual se obtuvo un rendimiento bajo.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

En general la paja de cebada fue el mejor tratamiento ya que en él se obtuvo el mayor número de plantas, infección moderada, mayor altura, mayor número de vainas, mayor peso seco y mayor rendimiento; por lo cual debe aplicarse sola o si es necesario emplearla con la posterior aplicación de pencycuron, ya que ofrece resultados satisfactorios en los parámetros correspondientes a número de plantas, porcentaje de infección y en rendimiento.

De las pajas evaluadas es mejor la paja de cebada, seguida de la paja de maíz y no se recomienda el uso de la paja de alfalfa. Mientras que los fungicidas al ser aplicados solos no ofrecen una buena protección y de ambos solamente el pencycuron funciona moderadamente en combinación con paja de cebada, no así el tiabendazol el cual obtiene mejores resultados al emplearse con paja de maíz; pero si se aplicaran solos, sería mejor utilizar el tiabendazol que obtiene una ligera supremacía sobre el pencycuron; sin embargo, no se recomienda usarlos solos.

VI. LITERATURA CITADA

- Aceves, R. J. de J. 1988. Enfermedades del frijol en México *In*: Enfermedades del Maíz, Frijol, Trigo y Papa. Daniel Teliz Ortiz (Ed). Colegio de Postgraduados. Centro de Fitopatología. 24-48 pp.
- Agrios, G. N. 1986. Fitopatología. Ed. LIMUSA, México, D.F. 425-459 pp.
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Ed. LIMUSA, México, D. F. 507-512 pp.
- Aguilera, H. N. 1989. Tratado de edafología de México. Tomo I. Laboratorio de investigación de edafología. Depto. De Biología. U.N.A.M. 94-96 pp.
- Akai, S., H. Ogura and T. Sato. 1960. Studies on *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers *In*: On the relation between pathogenicity and some characters on culture media. Ann. Phytopath. Soc, Japan 25: 125-130.
- Alexander, M. 1977. Introduction to soil Microbiology. Second Edition. John Wiley & Sons. Cornell University. 467 p.
- Alexopoulos, C. J. 1985. Introducción a la Micología. Ediciones Omega. S.A. 605 p.
- Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Sci. Pub. Co. 637 p.
- Andrews, K. L. 1989. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. *In*: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Andrews, K.L. y Quesada, J.R. (Eds.). Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 3-20 pp.

- Anónimo. 1978. Abonos Verdes (Materia Orgánica en los suelos). SARH. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. México, D.F. 4-5 pp.
- Anónimo. 1980. Western fertilizer handbook. Produced by: Soil Improvement Committee California Fertilizer Association. The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, I (11): 126-137 pp.
- Anónimo. 1982. La materia orgánica en el suelo. INIA. CIAPAC/CAECJAL. Publicación Especial No. 5. México, D.F. 26 p.
- Anónimo. 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del frijol. SARH. 9-15 pp.
- Anónimo. 1996. Estadísticas del sector agropecuario. Segundo informe de gobierno. Secretaría de Gobernación. Poder Ejecutivo Federal. México. D. F.
- Anónimo. 1997. Anuario estadístico de la producción Agrícola. Secretaria de Gobernación. Poder Ejecutivo Federal. México, D. F.
- Anónimo. 1999. Diccionario de especialidades agroquímicas. 9ª. Edición. PLM. 1, 372 pp.
- Baker, K. F. , and R. J. Cook. 1974 (Original ed.). Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman, San Francisco. Reprinted ed., Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN. 433 p.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 4 th Ed. Burgess Mcmillan Publishing Company, New York. 218 p.
- Barrera, S. J. 1977. Influencia de la densidad de siembra sobre el rendimiento, pudriciones radicales y componentes del rendimiento en tres variedades de frijol. Tesis de Licenciatura, Chapingo, México. 80 p.

- Bateman, D. F. and R. D. Lumsden. 1965. Relation of calcium content and nature of the pectic substances in bean hypocotyls of different ages to susceptibility to an isolate of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 55: 734-738.
- Bear, F.E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Ed. Omega. Barcelona, España. 9,33,45, 166 -167 pp.
- Beebe, S. 1984. Pudriciones radicales del frijol y su control. CIAT. Cali, Colombia. 52 p.
- Blum, L. K., S.D. Frey and G. Soto. 1991. Effect of a fluorescent-pigment producing *Rhizobium* on the severity of *Rhizoctonia solani* seed and root rot of *Phaseolus vulgaris*. Department of Environmental Sciences, University of Virginia. USA. (Abstract).
- Bolkan, H. A. and E. E. Butler. 1972. Synthesis of heterokaryon formation between field isolates of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 62:748.
- Bolkan, H. A. and E. E. Butler. 1974. Studies of heterokaryosis and virulence of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 64:513-522.
- Bolkan, H. A., A. R. Silvia and F. P. Cupertino. 1976. Fungi associated with soybean and bean seeds and their control in Central Brazil. *Plant Dis. Repr.* 60:545-549.
- Bolkan, H. A., H. T. Wenham and K. S. Milne. 1974. Effects of soil temperature on severity of *Rhizoctonia solani* infection on potato shoots. *Plant Dis. Repr.* 58: 646-649.
- Boosalis, M. G. and A. L. Scharen. 1959. Methods for microscopic detection of *Aphanomyces euteiches* and *Rhizoctonia solani* associated with plant debris. *Phytopathology* 49:192-198.

- Bottrell, D. G. 1979. Integrated Pest management. Council on Environmental Quality. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 120 p.
- Burke, D. W. 1965. The near immobility of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in natural soils. *Phytopathology* 55:1188-1190.
- Campos, A. J. 1987. Enfermedades del frijol. Editorial Trillas, Primera Edición. México, D.F. 132 p.
- Campos, E. A. 1990. Problemática del cultivo del frijol en México. *In: Memoria del primer simposium sobre producción de cultivos básicos en México.* Chapingo, México. 125 p.
- Cano H., R. 1997. Integración de métodos para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en haba (*Vicia faba* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 p.
- Christou, T. 1962. Penetration and host-parasite relationship of *Rhizoctonia solani* in the bean plant. *Phytopathology* 42: 381-389.
- Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. The Ronald Press Company, New York. 693 p.
- Cook, R. J., M. G. Boosalis y B. Doupnik. 1978. Influence of crop residues on plant disease. Chapter 8, pp. 147-163. *In: Crop Residue Management systems*, Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 31, Madison, WI.
- Cook, R. J. 1984. Biological control of root pathogens: New Technologies and the potential for impact on crop productivity. Extension Bulletin No. 201. ASPAC FOOD & FERTILIZER TECHNOLOGY CENTER. 9 p.
- Crispin, M. A., Sifuentes, A.J.A. y Campos, A.J. 1976. Enfermedades y plagas del frijol en México, INIA/SAG. México, D.F. 9-11 pp.

- Daniels, J. 1963. Saprophytic and parasitic activities of some isolates of *Corticium solani*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46: 487-502.
- Davey, C. B. and G. C. Papavizas. 1960. Effect of dry mature plant materials and nitrogen on *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 50:522-525
- Dhingra, O. D. 1978. Internally seedborne *Fusarium semitectum* and *Phomopsis* sp. affecting dry and snap bean seed quality. Plant Dis. Repr. 62: 509-512.
- Díaz, F. A. 1993. Enfermedades infecciosas de los cultivos. Ed. Trillas. México, D.F. 60-61 pp.
- Dickson, M. H. and M. A. Boettger. 1977. Breeding for multiple root rot resistance in snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 373-377.
- Elías M. R. 1997. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* Kühn en papa y otros cultivos. Tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal. UACH. 91p.
- Ellis, M. A., G. E. Gálvez and J. B. Sinclair. 1975. Movement of seed treatment fungicides into bean (*Phaseolus vulgaris*) seed and their effect on seed-borne fungi and germination. Proc. Amer. Phytopath. Soc. 2: 74.
- Fahim, M. M., A.R. Osman, E. L. Attar and M. S. M. Mabrouk. 1987. Root rot of common bean and its control by chemical and physical means. Egyptian Journal of Phytopathology 19:71-83 (Abstract).
- Flentje, N. T. 1956. Studies on *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers. I. Formation of the perfect stage. Trans. Brit. Mycol. Soc. 39: 343-356.
- Fry, E. W. 1982. Principles of Plant Disease Management. Academic Press, Inc. San Diego, California, U.S.A. 378 p.

- Fuentes, Y. J. L. 1987. El suelo y los fertilizantes. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 29-37, 88-94 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Cuarta Edición. Talleres Offset. Larios S. A. México, D. F. 46-49, 130, 50-51 pp.
- Gaucher, G. 1971. El suelo y sus características agronómicas. Ed. Omega. Barcelan, España. 63-65, 70- 71 pp.
- Gaur, A. C. and D. Mukherjee. 1980. Recycling of organic matter through mulch in relation to chemical and microbiological properties of soil and crop yield. Plant and soil. 56: (2) 273-281.
- González, A. M. 1984. Enfermedades fungosas del frijol. Editorial Científico Técnica. La Habana, 152 p.
- Gros, A. 1981. Abonos: Guía práctica de la Fertilización. 7ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 120-127 pp.
- Hadar, Y., I. Chet and Y. Henis. 1979. Biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off with wheat bran culture of *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 69: 64-68.
- Hall, R. 1991. Compendium of Bean Diseases. APS PRESS. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minesota. USA. 73 p.
- Harman, G. E., I. Chet and R. Baker. 1980. *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp or *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70: 1167-1172.
- Henis, Y., A. Graffar and R. Baker. 1979. Factors affecting supressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology. 69:1164-1169.

- Henis, Y., and Chet. 1975. Microbiological control of plant pathogens. *In*: Advance in Applied Microbiology. No. 25. 85-111 pp.
- Hilje, L. 1994. El manejo integrado de plagas como noción y estrategia para enfrentar los problemas de plagas. *In* Lecturas sobre manejo integrado de plagas. Hilje, L. (Comp.). Colección Temas de Fitoprotección para Extensionistas. Serie Técnica. Informe Técnico No. 237. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1-23 pp.
- Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease. *Plant Disease*. 64: 450-454.
- Kilpatrick, R. A. 1966. Induced sporulation of fungi on filter paper. *Plant Disease Reporter*. 50: 789-790.
- León, G. H. M. 1978. Enfermedades de los cultivos en el Estado de Sinaloa. SARH. CIAPAN. Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán. 53-55 pp.
- Lépiz, I. R. 1982. Logros y aportaciones de la investigación en el cultivo del frijol. Publicación especial, No. 83. INIA-SARH, México. 69 p.
- Lépiz, I. R. 1983. Frijol en el Noroeste de México. (Tecnología de producción). Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán. INIA, Sinaloa, México. 218 p.
- Lewis, J. A., and G. C. Papavizas. 1975. Survival and multiplication of soilborne plant pathogens as affected by plant tissue amendments. pp. 84-89. *In*: Biology and control of soil-borne plant pathogens, G. W. Brehl (ed.), APS. St. Paul. MN.
- López, A. G. F. 1981. Manejo de hongos fitopatógenos. UACH. 185 p.

- Lucas, B. G., Campbell, C. L. and Lucas, T. L. 1985. Introduction to Plant Diseases. Identification and Management. The AVI Publishing Company, Inc. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. U.S.A. 151-164 pp.
- Maloy, C. O. 1993. Plant Disease Control: Principles and Practice. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A. 150 p.
- Manning, W. J. and D. F. Crossan. 1969. Field and greenhouse studies on the effects of plant amendments on *Rhizoctonia* hypocotyl rot of snap bean. Plant Dis. Repr. 53: 227-231.
- Manning, W. J., D. F. Crossan and D. J. Morton. 1967. Effects of planting depth and asphalt mulch on *Rhizoctonia* root and 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.
- Martin, J. P., and D.D. Focht. 1977. Biological properties of soils. In: Soils for management of organic wastes and waste-waters. L. F. Elliot and F.S. Stevenson (Eds.) American Society of Agronomy. Madison Wisc. 115-169 pp.
- Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de Fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Depto. de Parasitología Agrícola. U.A.CH. 122-124, 286-288 pp.
- Millar, C. E. y F. Turk, 1970. Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. CECSA. México, D.F. 211-221, 405 pp.
- Montero S. R., Ortega T. A. y A. Aguilar S. 1978. Estudio del contenido de carbono de algunos abonos orgánicos y sus efectos en la mineralización e inmovilización de nitrógeno. Revista Chapingo N° 13-14. 57-62 pp.

- Nash, S.M., T. Christou and W. C. Snyder. 1961. Existence of *Fusarium solani* f. *phaseoli* as chlamydospores in soil. *Phytopathology* 51: 308-312.
- Palti, J. 1981. Cultural Practices and Infectious Crop Diseases. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. New York. 118-123 pp.
- Papavizas, G.C., P.B. Adams, R.D. Lumsden, J.A. Lewis, R.L. Dow, W.A. Ayers and J.G. Kantzes. 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. *Phytopathology* 65: 871-877.
- Papavizas, G. C., and Ayers, W. A. 1964. Virulence, hostrange and pectolytic enzymes of single-basidiospore isolates of *Rhizoctonia paticola* and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 55:111-116.
- Parmeter Jr., J.R. and H. S. Whitney. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. In: Parmeter Jr., J.R. (ed). *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. University of California Press, Berkeley. 7-19 pp.
- Parry, W. D. 1990. Plant pathology in agriculture. Cambridge University Press. 385 p.
- Peterson, C. A. and L. V. Edginton. 1970. Transport of the systemic fungicide, Benomyl, in bean plants. *Phytopathology* 60: 475-478.
- Phillips, S. H. y H. M. Young. 1973. Agricultura sin laboreo (Labranza cero), traducido por Enrique Morches. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay 224 p.
- Pierre, R. E. and D. F. Bateman. 1967. Induction and distribution of phytoalexins in *Rhizoctonia* infected bean hypocotyls. *Phytopathology* 47:1154-1160.
- Prasad, K. and J. L. Weigle. 1976. Association of seed coat factors with resistance to *Rhizoctonia solani* in *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 66:342-345.

- Ramírez, M. C. 1994. La producción de frijol en México ante la apertura comercial. CIESTAAM. México. 218 p.
- Reddy, M. S., R. K. Hynes and G. Lazarovits. 1994. Relationship between in vitro growth inhibition of pathogens and suppression of preemergence *damping-off* and postemergence root rot of white bean seedling in the greenhouse by bacteria. Canadian Journal of Microbiology 40:113-119.
- Roberti, R. , L. Ghisellini, A. Pisi, P. Flori and G. Filippini. 1993. Efficacy of two species of *Trichoderma* as a biological control against *Rhizoctonia solani* Kühn isolated from string bean root rot in Italy. Advances in Horticultural Science 7:19-25.
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Patronato Universitario, A.C. Primera Reimpresión. Chapingo, México. 338-340 pp.
- Ross, D. J. 1960. Physiological studies of some common fungi from grassland soils. New Zeland J. Sci. 3: 219-257.
- Salazar, H. F.; García, E. R. y Tlapal, B. B. 1990. Evaluación de residuos de plantas gobernadora (*Lorrea tridentata* L.) y epazote (*Chenopodium ambrosoides* L.) sobre los hongos *Pythium aphanidermatum* y *Rhizoctonia solani* en frijo (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Memoria del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán Sinaloa. 102 p.
- Sánchez, P. A. 1976. Properties and management of soil in the tropics. John Wiley and Sons. U.S.A. 162-183 pp.
- Schroth, M. N. and F. F. Hendrix Jr. 1962. Influence of nonsusceptible plants on the survival of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in soil. Phytopathology 52: 906-909.

- Schroth, M. N. and R. J. Cook 1964. Seed exudation and its influence on preemergence damping-off of bean. *Phytopathology* 54: 670-673.
- Schwartz, F. H. and Pastor-Corrales, M.A. 1989. Bean Production Problems in the tropics. CIAT. Second Edition. 105-115 pp.
- Schwartz, H. F. y Gálvez, E. G. 1980. Problemas de producción de frijol. CIAT., Cali, Colombia. 67-71 pp.
- Sherwood, R. T. 1969. Morphology and physiology in four anastomosis groups of *Thanatephorus cucumeris* *Phytopathology*. 59: 1924-1929.
- Sherwood, R.T. 1970. Physiology of *Rhizoctonia solani*. In: Parmeter Jr., J.R., (Ed). *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. University of California Press, Berkeley. 69-92 pp.
- Sims Jr., A. C. 1956. Factors affecting basidiospore development of *Pellicularia filamentosa*. *Phytopathology* 46: 471-472.
- Smith, D. A., H. D. Van Etten and D. F. Bateman. 1975. Accumulation of phytoalexins in *Phaseolus vulgaris* hypocotyls following infection by *Rhizoctonia solani*. *Physiol. Plant Pathol.* 5: 51-64.
- Snyder, W. C., M. N. Schroth and T. Christou. 1959. Effect of plant residues on root rot beans. *Phytopathology* 49: 755-756.
- Steinberg, R. A. 1950. Growth on synthetic nutrient solutions of some fungi pathogenic to tobacco. *Amer. J. Bot.* 37: 711-714.
- Suárez, De C. F. 1979. Conservación de suelos. Tercera Edición. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José Costa Rica. 156-161 pp.
- Téliz, O. D. 1992. Conceptos fitopatológicos: ¿Control o manejo de enfermedades? ¿La enfermedad o el cultivo o el hombre?. *Revista Mexicana de Fitopatología* 10:24-28.

- Thomas, W. 1948. Abonos Orgánicos e Inorgánicos. Ed. La Hacienda Co. Inc. New York. 42 p.
- Tisdale, L. S. y Nelson, W. L. 1982. Fertilidad de suelos y fertilizantes. UTEHA. Primera Edición. México, D. F. -p.
- Tu, J. C. 1991. Comparison of the efficacy of *Gliocladium virens* and *Bacillus subtilis* in the control of seed rots and root rots of navy beans. Agriculture Canada 56:229-234.
- Tu, J. C. and Zheng, J. 1993. Compatibility of biocontrol agents with DCT. Plant Diseases 58:1359-1364.
- Ui, T., Y. Mitsui and I. Harada. 1963. Studies on the viscidities of *Pellicularia filamentosa* in soil. Part. II. The alteration of strains of *Rhizoctonia solani* in the soil of a particular flax field. Ann. Phytopath. Soc. Japan 28:270-274.
- Unterstenhofer, G. 1976. The basic principles of crop protection field trials. Pflanzenschutz-Nachrichten. Bayer. 29:83-180.
- Van Etten, H. D. and D. F. Bateman. 1970. Isolation of phaseollin from *Rhizoctonia*- infected bean tissue. Phytopathology 60: 385-386.
- Waksman, S. A. 1952. Soil Microbiology. Williams and Wilkins Co. Baltimore. 95-190 pp.
- Walker, J. C. 1952. Diseases of Vegetable Crops. McGraw-Hill Book Company Inc., New York. 529 p.
- Weber, F. G. 1973. Bacterial and Fungal Diseases of Plants in the Tropics. University of Florida Press. Gainesville, U.S.A. 59 p.

- Zañudo, V. J. A. 1995. Arreglos topológicos en frijol y su efecto en rendimiento, plagas y enfermedades. Tesis de Licenciatura. Depto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 72 p.
- Zaumeyer, W. J. and H. R. Thomas. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Agr. Tech. Bull. No. 868. 255 p.
- Zaumeyer, W. J. and J. P. Meiners. 1975. Disease resistance in beans. Ann. Rev. Phytopath. 13: 313-334.
- Zavaleta-Mejía. E. 1987. Los modificadores orgánicos y su efecto sobre los nematodos fitoparásitos. Revista Mexicana de Fitopatología. 5(1): 105-111.

VII. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza del número de plantas emergidas durante el primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	144091.19	12007.59	17.88	0.0001*
Bloque	3	779.44	259.81		
Error	36	24180.80	671.68		
Total	51	169051.44			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 2. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la primera evaluación del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	3769.81	314.15	3.63	0.00013*
Bloque	3	1055.22	351.74		
Error	36	3113.83	86.49		
Total	51	7938.87			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la segunda evaluación del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	2567.08	213.92	2.10	0.0430*
Bloque	3	24.56	8.1		
Error	36	3672.93	102.02		
Total	51	6264.57			

*No existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza correspondiente a la variable primera lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	1.70	0.14	0.87	0.5855*
Bloque	3	0.59	0.19		
Error	36	5.89	0.16		
Total	51	8.19			

*No existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5. Análisis de varianza correspondiente a la variable segunda lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	120.07	10.00	8.95	0.0001*
Bloque	3	25.31	8.43		
Error	36	40.25	1.11		
Total	51	185.65			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza correspondiente a la variable tercera lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	377.72	31.47	9.82	0.0001*
Bloque	3	32.55	10.85		
Error	36	115.40	3.20		
Total	51	525.68			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de varianza correspondiente a la variable cuarta lectura de altura de plantas del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	559.30	46.60	7.17	0.0001*
Bloque	3	44.66	14.88		
Error	36	234.11	6.50		
Total	51	838.08			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de vainas/planta del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	292.68	24.39	1.31	0.2549*
Bloque	3	264.32	88.10		
Error	36	669.75	18.60		
Total	51	1226.75			

*No existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 9. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	33.33	2.77	9.83	0.0001*
Bloque	3	8.08	2.69		
Error	36	10.17	0.28		
Total	51	51.59			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza del número de plantas emergidas durante el segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	125000.73	1041.72	0.97	0.49.34*
Bloque	3	8899.13	2966.37		
Error	36	38639.11	1073.30		
Total	51	60038.98			

*No existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 11. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la primera evaluación del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	5992.55	4.99.37	2.47	0.0181*
Bloque	3	443.32	147.77		
Error	36	7289.81	202.49		
Total	51	13725.68			

*Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de infección en la segunda evaluación del primer ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	5349.79	445.81	2.24	0.0310*
Bloque	3	888.85	296.28		
Error	36	7175.77	199.32		
Total	51	13414.42			

*Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza correspondiente a la variable primera lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	17.41	1.45	25.03	0.0001*
Bloque	3	0.22	0.07		
Error	36	2.08	0.05		
Total	51	19.72			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 14. Análisis de varianza correspondiente a la variable segunda lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	46.99	3.91	51.22	0.0001*
Bloque	3	0.04	0.01		
Error	36	2.75	0.07		
Total	51	49.79			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza correspondiente a la variable tercera lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	86.00	7.16	17.31	0.0001*
Bloque	3	0.17	0.05		
Error	36	14.90	0.41		
Total	51	101.08			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 16. Análisis de varianza correspondiente a la variable cuarta lectura de altura de plantas del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	522.72	43.56	197.94	0.0001*
Bloque	3	1.00	0.33		
Error	36	7.92	0.22		
Total	51	531.65			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 17. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de vainas/planta del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	1846.26	153.85	53.32	0.0001*
Bloque	3	7.61	2.53		
Error	36	103.88	2.88		
Total	51	1957.76			

*Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 18. Análisis de varianza correspondiente a la variable rendimiento del segundo ciclo del cultivo. Chapingo, México. 1998.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F.
Tratamientos	12	3.82	0.31	1.49	0.1746*
Bloque	3	1.38	0.46		
Error	36	7.72	0.21		
Total	51	12.94			

*Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 19. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn en la segunda evaluación en el cultivo de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del %. De infección	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
6. PM+tiabendazol (TS)	52.49	a*
10. PC+pencycuron (AFS)	54.16	a
9. PM+pencycuron (AFS)	64.16	a
8. PA+tiabendazol (TS)	64.16	a
7. PC+tiabendazol (TS)	64.16	a
2. Paja de cebada (PC)	64.16	a
3. Paja de alfalfa (PA)	64.99	a
4. tiabendazol (TS)	64.99	a
5. pencycuron (AFS)	66.66	a
11. PA+pencycuron (AFS)	69.99	a
13. Testigo	70.83	a
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	77.49	a
1. Paja de maíz (PM)	77.49	a

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

Cuadro 20. Comparación de medias correspondiente a la primera lectura de altura de plantas de frijol durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media de altura de plantas (cm.)	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	5.73	a*
4. tiabendazol (TS)	5.66	a
7. PC+tiabendazol (TS)	5.66	a
5. pencycuron (AFS)	5.55	a
10. PC+pencycuron (AFS)	5.53	a
1. Paja de maíz (PM)	5.52	a
8. PA+tiabendazol (TS)	5.40	a
6. PM+tiabendazol (TS)	5.56	a
9. PM+pencycuron (AFS)	5.29	a
13. Testigo	5.27	a
11. PA+pencycuron (AFS)	5.25	a
3. Paja de alfalfa (PA)	5.21	a
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	5.18	a

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

Cuadro 21. Comparación de medias correspondientes a la variable número de vainas por planta durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del número de vainas/planta	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	28.05	a*
1. Paja de maíz (PM)	25.22	a
11. PA+pencycuron (AFS)	24.75	a
5. pencycuron (AFS)	23.90	a
3. Paja de alfalfa (PA)	23.85	a
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	22.85	a
4. tiabendazol (TS)	22.50	a
7. PC+tiabendazol (TS)	22.17	a
9. PM+pencycuron (AFS)	21.17	a
6. PM+tiabendazol (TS)	21.07	a
10. PC+pencycuron (AFS)	20.77	a
8. PA+tiabendazol (TS)	20.75	a
13. Testigo	18.37	a

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

Cuadro 22. Comparación de medias del número de plantas de frijol emergidas en el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del No. De plantas emergidas	Comp. Tukey ($\alpha=0.05$)	Plantas/ha.
2. Paja de cebada (PC)	232.25	a*	132,714
1. Paja de maíz (PM)	219.50	a	125,428
11. P.A+pencycuron (AFS)	213.50	a	122,000
10. PC+pencycuron (AFS)	209.75	a	119,857
6. PM+tiabendazol (TS)	202.75	a	115,857
4. tiabendazol (TS)	197.25	a	112,714
5. pencycuron (AFS)	194.50	a	111,142
13. Testigo	193.25	a	110,428
8. PA+tiabendazol (TS)	193.00	a	110,285
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	191.75	a	109,571
3. Paja de alfalfa (PA)	191.00	a	109,142
9. PM+pencycuron (AFS)	186.00	a	106,285
7. PC+tiabendazol (TS)	169.25	a	96,714

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

Cuadro 21. Comparación de medias correspondientes a la variable número de vainas por planta durante el primer ciclo. Chapingo, México. 1997.

No. de tratamiento	Media del número de vainas/planta	Comparación Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Paja de cebada (PC)	28.05	a*
1. Paja de maíz (PM)	25.22	a
11. PA+pencycuron (AFS)	24.75	a
5. pencycuron (AFS)	23.90	a
3. Paja de alfalfa (PA)	23.85	a
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	22.85	a
4. tiabendazol (TS)	22.50	a
7. PC+tiabendazol (TS)	22.17	a
9. PM+pencycuron (AFS)	21.17	a
6. PM+tiabendazol (TS)	21.07	a
10. PC+pencycuron (AFS)	20.77	a
8.PA+tiabendazol (TS)	20.75	a
13.Testigo	18.37	a

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

Cuadro 22. Comparación de medias del número de plantas de frijol emergidas en el segundo ciclo. Chapingo, México. 1998.

No. de tratamiento	Media del No. De plantas emergidas	Comp. Tukey ($\alpha=0.05$)	Plantas/ha.
2. Paja de cebada (PC)	232.25	a*	132,714
1. Paja de maíz (PM)	219.50	a	125,428
11. P.A+pencycuron (AFS)	213.50	a	122,000
10. PC+pencycuron (AFS)	209.75	a	119,857
6. PM+tiabendazol (TS)	202.75	a	115,857
4. tiabendazol (TS)	197.25	a	112,714
5. pencycuron (AFS)	194.50	a	111,142
13. Testigo	193.25	a	110,428
8. PA+tiabendazol (TS)	193.00	a	110,285
12. tiabend.(TS)+pencyc.(AFS)	191.75	a	109,571
3. Paja de alfalfa (PA)	191.00	a	109,142
9. PM+pencycuron (AFS)	186.00	a	106,285
7. PC+tiabendazol (TS)	169.25	a	96,714

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

