



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

✓ **INTEGRACIÓN DE MÉTODOS PARA EL CONTROL** /
Rhizoctonia solani Kühn EN HABA (*Vicia faba* L.)

T E S I S

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

PROTECCIÓN VEGETAL

P R E S E N T A

ROBERTO CANO HERNÁNDEZ

CHAPINGO, MÉXICO. DICIEMBRE DE 1997

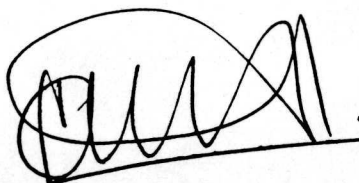


**INTEGRACIÓN DE MÉTODOS PARA EL CONTROL DE *Rhizoctonia solani*
Kühn EN HABA (*Vicia faba* L.).**

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

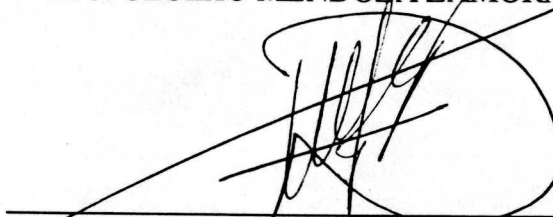
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



M.C. CECILIO MENDOZA ZAMORA

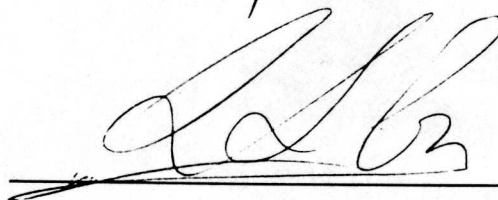
ASESOR:



M.C. FRANCISCO PONCE GONZÁLEZ.

32146

ASESOR:



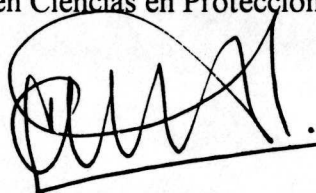
DR. SEBASTIÁN ROMERO COVA.

Chapingo, México. Diciembre de 1997.

**INTEGRACIÓN DE MÉTODOS PARA EL CONTROL DE *Rhizoctonia solani*
Kühn EN HABA (*Vicia faba* L.).**

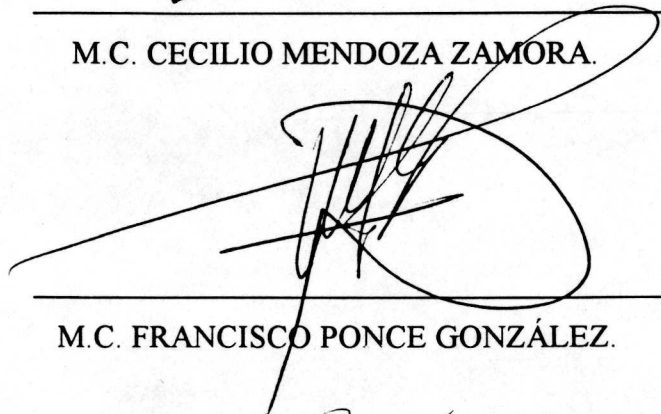
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Roberto Cano Hernández autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



M.C. CECILIO MENDOZA ZAMORA.

ASESOR:



M.C. FRANCISCO PONCE GONZÁLEZ.

ASESOR:



DR. SEBASTIÁN ROMERO COVA.

Chapingo, México. Diciembre de 1997.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Parasitología Agrícola, por otorgarme las facilidades para realizar mis estudios de maestría.

Al M.C. Cecilio Mendoza Zamora por su amistad, valiosa dedicación, dirección y orientación del presente trabajo.

Al M.C. Francisco Ponce González y Dr. Sebastián Romero Cova por sus excelentes sugerencias y críticas para mejorar el presente trabajo.

A todas aquellas personas que apoyaron en la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

L. Salvador Cano Gallegos.

Leonor Hernández Yescas.

Con respeto, amor y eterno agradecimiento, por apoyarme y hacer posible la culminación de una de mis metas. Juntos lo hemos logrado.

A MIS HERMANOS:

Alfonso.

René.

Víctor.

Por la confianza, apoyo y cariño demostrado hacia mi. Por estar en todo unidos.

A MI ESPOSA:

Lucia.

Por otorgarme su amor sincero e incondicional apoyo para llegar a esta meta propuesta.

CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
I.INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Importancia del cultivo	4
2.2. Enfermedades	5
2.2.1. <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn (Pudrición del cuello y la raíz)	6
2.2.1.1. Antecedentes	6
2.2.1.2. Importancia y distribución	7
2.2.1.3. Ciclo de vida y morfología	7
2.2.1.4. Síntomas	9
2.2.1.5. Epidemiología	11
2.2.1.6. Diseminación	12
2.2.1.7. Plantas hospedantes	12
2.2.1.8. Control	13

2.2.1.8.1. Control cultural	13
2.2.1.8.2. Control biológico	16
2.2.1.8.3. Control químico	19
2.2.2. <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>F. solani</i> (Marchitez o pudrición seca)	22
2.2.2.1. Importancia y distribución	22
2.2.2.2. Ciclo de vida y morfología	23
2.2.2.3. Síntomas	26
2.2.2.4. Epidemiología	28
2.2.2.5. Diseminación	30
2.2.2.6. Plantas hospedantes	31
2.2.2.7. Control	31
2.2.2.7.1. Control cultural	32
2.2.2.7.2. Control biológico	33
2.2.2.7.3. Control químico	34
2.3. Manejo integrado	35
2.3.1. Coberturas muertas	36
2.3.1.1. Efecto de la materia orgánica sobre la incidencia de la enfermedad	38
2.3.1.2. Influencia que tiene el tiempo de incorporación de la materia orgánica y el pH del suelo sobre el patógeno que induce la pudrición del cuello y la raíz	45
2.3.2. Solarización	47

2.3.2.1. Control del patógeno	51
2.3.3. Impacto de los Actinomycetes	54
III. MATERIALES Y METODOS	57
3.1. Localización del área experimental	57
3.2. Condiciones climáticas	58
3.3. Suelo	58
3.4. Diseño experimental	58
3.5. Tratamientos	59
3.6. Aplicación de los tratamientos	60
3.6.1. Aplicación de las pajas	60
3.6.2. Colocación del polietileno transparente	60
3.6.3. Aplicación de los fungicidas	61
3.7. Manejo del cultivo	61
3.7.1. Primer ensayo	61
3.7.2. Segundo ensayo	63
3.8. Aislamiento e identificación del patógeno	65
3.9. Evaluaciones	66
3.10. Análisis de datos	68
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	71
4.1. Identificación de los patógenos radicales	71
4.2. Primer ensayo	73
4.2.1. Evaluación del porcentaje de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	73

4.2.1.1. Primera evaluación	73
4.2.1.2. Segunda evaluación	75
4.2.1.3. Tercera evaluación	77
4.2.1.4. Análisis general de las tres evaluaciones	79
4.2.2. Evaluación del número de plantas emergidas (Densidad poblacional)	82
4.2.3. Evaluación del número de plantas muertas	86
4.2.3.1. Primera evaluación	86
4.2.3.2. Segunda evaluación	88
4.2.3.3. Tercera evaluación	89
4.2.4. Evaluación de la altura de planta	93
4.2.4.1. Primera evaluación	93
4.2.4.2. Segunda evaluación	94
4.2.4.3. Tercera evaluación	96
4.3. Segundo ensayo	99
4.3.1. Evaluación del porcentaje de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	99
4.3.1.1. Primera evaluación	99
4.3.1.2. Segunda evaluación	101
4.3.1.3. Tercera evaluación	102
4.3.1.4. Análisis general de las tres evaluaciones	104
4.3.2. Evaluación del número de plantas emergidas (Densidad poblacional) ...	107
4.3.3. Evaluación del número de plantas muertas	109
4.3.3.1. Primera evaluación	109

4.3.3.2. Segunda evaluación	110
4.3.3.3. Tercera evaluación	112
4.3.4. Evaluación de la altura de planta	115
4.3.4.1. Primera evaluación	115
4.3.4.2. Segunda evaluación	116
4.3.4.3. Tercera evaluación	118
4.3.5. Evaluación del numero de vainas por planta	121
4.3.6. Evaluación del rendimiento	124
V. CONCLUSIONES	128
VI. BIBLIOGRAFIA	131
VII. APENDICE	143

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de las enfermedades radicales del haba (<i>Vicia faba</i> L.) en Chapingo, México. 1995 y 1996.	59
Cuadro 2. Escala para evaluar el grado de infección en raíz causado por los hongos <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en el cultivo del haba.	67
Cuadro 3. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	74
Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	76
Cuadro 5. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	78
Cuadro 6. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de las tres evaluaciones en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	80

Cuadro 7. Comparación de medias del número de plántulas de haba emergidas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	84
Cuadro 8. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	87
Cuadro 9. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	89
Cuadro 10. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	91
Cuadro 11. Comparación de medias de la altura de planta de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	93
Cuadro 12. Comparación de medias de altura de planta de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	95
Cuadro 13. Comparación de medias de la altura de planta de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	97
Cuadro 14. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	100

Cuadro 15. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	102
Cuadro 16. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	103
Cuadro 17. Comparación de medias de los porcentajes de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de las tres evaluaciones en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	105
Cuadro 18. Comparación de medias del número de plántulas de haba emergidas en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	107
Cuadro 19. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	110
Cuadro. 20. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	111
Cuadro 21. Comparación de medias del número de plantas muertas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	113
Cuadro 22. Comparación de medias de la altura de planta de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	116

Cuadro 23. Comparación de medias de la altura de planta de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	117
Cuadro 24. Comparación de medias de la altura de planta de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	119
Cuadro 25. Comparación de medias del número de vainas por planta del segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	122
Cuadro 26. Comparación de medias del rendimiento de haba en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	125

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	81
Figura 2. Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> Kühn en haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	82
Figura 3. Número de plantas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) emergidas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	86
Figura 4. Número total de plantas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) muertas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	92
Figura 5. Altura final de planta de haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.	98
Figura 6. Porcentaje de infección de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	106
Figura 7. Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> Kühn en haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	106

Figura 8. Número de plantas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) emergidas/ha en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	108
Figura 9. Número total de plantas de haba (<i>Vicia faba</i> L.) muertas en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	114
Figura 10. Altura final de planta de haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	120
Figura 11. Número de vainas por planta en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	123
Figura 12. Rendimiento del haba (<i>Vicia faba</i> L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.	127

RESUMEN

Para reducir los daños de *Rhizoctonia solani* Kühn en haba se evaluaron diversos tratamientos combinados de dos fungicidas, Paja de cebada (PC), Paja de alfalfa (PA) y Solarización (Sol.). Se evaluaron las variables: porcentaje de infección, número de plantas emergidas, número de plantas muertas, altura de planta, número de vainas por planta y rendimiento, en dos ciclos de cultivo. El tratamiento PC + PCNB + Sol. obtuvo la menor infección, seguido de PC + Benomyl + Sol., en ambos ciclos; los tratamientos PC + Benomyl + Sol., PC + Benomyl y PC + PCNB + Sol. presentaron el mayor número de plantas emergidas, y el menor número de plantas muertas. Sin embargo, para altura de planta, número de vainas y rendimiento, la PC + PCNB + Sol., PC + Benomyl + Sol. y PC + PCNB fueron los mejores, aunque, en general, la PC + PCNB + Sol. destaco entre ellos. Los fungicidas PCNB y Benomyl aplicados solos, tuvieron un control intermedio comparando con los mejores tratamientos; sin embargo, al usarse en forma conjunta con la paja de cebada y la solarización resultan eficientes. Los tratamientos PA y PA + Sol. presentaron una mayor infección, menor emergencia de plantas, menor altura y un rendimiento más bajo.

PALABRAS CLAVE: Haba, *Rhizoctonia solani*, Manojó Integrado.

SUMMARY

To reduce damage by *Rhizoctonia solani* Kühn to broadbean several combined treatments of two fungicides, barley straw, alfalfa straw and solarization were evaluated. The variables taken into account were: percentage of infection, number of emerged plants, number of dead plants, plants height, number of pods per plant and yield in two growing seasons. According to the results, in the treatment barley straw + PCNB + solarization least infection occurred, and next was the barley straw + Benomyl + solarization in both growing seasons. In the treatments barley straw + Benomyl + solarization, barley straw + Benomyl, and barley straw + PCNB + solarization greatest number of emerged plants and least number of dead plans were observed. However, for plant height, number of pods per plant and yield, the barley straw + PCNB + solarization, barley straw + Benomyl + solarization, and barley straw + PCNB treatments were the best, although, in general, the barley straw + PCNB + solarization stood out among them. The fungicides PCNB and Benomyl alone had a fair control as compared with the best treatments, but supplemented with barley and solarization they turn out more efficient. The treatments alfalfa straw and alfalfa straw + solarization showed greater infection percentage, less number of emerged plants, less number of dead plants, less plant height, less number of pods per plant and lower yield.

KEY WORDS: Broadbean, *Rhizoctonia solani*, integrated management.

I. INTRODUCCION

El haba (*Vicia faba* L.) es una leguminosa que ocupa el sexto lugar en producción a nivel mundial (FAO, 1990) y se cultiva principalmente por sus granos, así como por sus vainas tiernas, que son muy apreciadas en la alimentación humana y de los animales. Las semillas contienen un porcentaje muy elevado de proteínas, alrededor de un 25 % , haciendo de ellas un alimento de gran valor nutritivo. Sus vainas o legumbres verdes o tiernas, son agradables y contienen también una buena proporción de principios nutritivos, alrededor de 7 % de proteínas, 5 % de grasas y 9 % de hidratos de carbono, siendo de muy fácil digestión. Con la semilla se obtiene además harina de alto valor nutritivo, utilizada para purés o en panificación al ser mezclada con harina de trigo (Mateo, 1959); además, se utiliza como forraje y como mejorador del suelo.

En México se siembran aproximadamente 40 mil hectáreas con haba (FAO, 1990) de las cuales el 83 % se concentra en la región de Los Valles Altos que comprende los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala; siendo el Estado de México la entidad de mayor superficie sembrada. Para el año de 1977 se reportaron 30 mil hectáreas (Crispín *et al.*, 1978); y más recientemente, en 1995, se reportaron igualmente cerca de 30 mil hectáreas sembradas en todo el país (Anónimo, 1995). La mayor superficie cultivada es

bajo condiciones de temporal durante el verano, pero también en los lugares con inviernos benignos se siembra bajo riego.

El rendimiento promedio nacional de este cultivo en condiciones de temporal para grano es de 1000 Kg./ha, para haba verde es de 3000 Kg./ha, mientras que en zonas de riego es de 2642 Kg./ha en haba para grano y 4023 Kg./ha en haba verde (Anónimo, 1991). Este bajo rendimiento es consecuencia de un mal manejo del cultivo, así como del ataque de plagas y enfermedades fungosas, principalmente (Mendoza, 1982). Aunado a esto la falta de semilla mejorada, así como la producción preferentemente de temporal en un 90% son factores que disminuyen el rendimiento de este cultivo (Solórzano, 1980).

En México las enfermedades más importantes son: Roya o chahuixtle, *Uromyces fabae*; mancha de chocolate (*Botrytis fabae* Sard), mancha del follaje (*Alternaria spp*), pudrición del cuello de la raíz (*Fusarium spp*), marchitez y pudrición del cuello (*Rhizoctonia solani* Kühn) (Mendoza, 1982).

Los dos últimos, son hongos patógenos que atacan la raíz del haba en todas las zonas donde ésta se cultiva, causando pérdidas muy importantes; las especies más frecuentes son: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*, entre los más importantes (Mendoza, 1982).

La mayoría de la superficie cultivada se encuentra afectada por *Rhizoctonia solani* Kühn, induciendo pudriciones radicales, daño al que, según Campos (1975), se le conoce como chupadera fungosa y la cual no es otra cosa que la pudrición de la raíz y del cuello, por lo que es muy destructiva y de difícil control. Este patógeno es capaz de atacar una amplia variedad de plantas hospedantes en todo el mundo causando ahogamiento y pudrición radical. Así, estudios realizados por Leach y Garber (1970) indican que el control químico utilizado únicamente puede algunas veces aumentar la incidencia de la enfermedad al reducir la población o la efectividad de los antagonistas.

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

- 1.- Explorar la posibilidad de otros métodos de control que logren que las condiciones se vuelvan adversas al patógeno y por consiguiente al desarrollo de la enfermedad.
- 2.- Determinar la eficacia de control de coberturas muertas, aplicación de fungicidas, solarización y sus combinaciones, sobre *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani* en el cultivo de haba *Vicia faba* L.
- 3.- Evaluar el porcentaje de daño causado por la presencia de la enfermedad en el cultivo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo

El haba (*Vicia faba* L). es una leguminosa que ocupa el sexto lugar en producción a nivel mundial (FAO, 1990) y que se cultiva por sus granos, así como por sus vainas tiernas. Se dice que las semillas contienen un porcentaje muy elevado de proteínas, alrededor de un 25 % haciendo a este cultivo de un gran valor nutritivo para el hombre, así como un alimento de primer orden para el ganado. Sus vainas o legumbres verdes o tiernas, son de un sabor muy agradable y contienen también una buena proporción de sustancias nutritivas, al rededor de un 7 % de proteínas, 5 % de grasas y 9 % de hidratos de carbono, siendo de muy fácil digestión (Mateo, 1959). También se utiliza como mejoradora del suelo debido al nitrógeno que fijan las bacterias del género *Rhizobium* en la raíz de la misma (Mendoza, 1979). Se calcula que un cultivo de habas enterrado supone una aportación de unos 20,000 a 30,000 kilogramos de forraje y que además de la aportación de materia orgánica representa un aporte aproximadamente de 90 kg. de nitrógeno por hectárea (Guerrero, 1977).

En México se concentra la mayor superficie cultivada en los Valles Altos en un 83 %; sin embargo, otros estados productores son: Guanajuato, Michoacán, Veracruz, Baja California, Baja California Sur y Zacatecas; generalmente se localiza en monocultivo o bien asociado con legumbres, frijol o maíz (Montes, 1977). Crispín *et al.* (1978) indican que el 90 % de las siembras se realizan bajo condiciones de temporal y en asociación con maíz, principalmente. Para 1995 se sembraron cerca de 30 mil hectáreas en todo el país (Anónimo, 1995).

2.2. Enfermedades

El haba se cultiva prácticamente en todo el mundo y los hongos patógenos reportados son los siguientes: *Uromyces fabae*, *Botrytis fabae*, *A. pisi*, *Rhizoctonia solani*, *Ascochyta fabae*, *Erysiphe polygoni*, (*Oidium sp*), *Cercospora fabae*, *C. zonata*, *Fusarium avenaceum var. fabae*, *F. oxysporum f.sp. fabae*, *Aphanomyces euteiches*, *Alternaria spp.*, *Sclerotinia sp*, *Stemphyllium botryosum*, *Peronospora viciae*, *Mycosphaerella pinodes*, *Pythium debaryanum* y *P. irregulare*, entre otros (Mendoza, 1982).

En México las enfermedades más importantes son: Roya o chahuixtle (*Uromyces fabae*), mancha de chocolate (*Botrytis fabae* Sard), mancha del follaje (*Alternaria spp*),

podrición del cuello de la raíz (*Fusarium spp*) marchites y podrición del cuello (*Rhizoctonia solani* Kühn) (Mendoza, 1982).

Los dos últimos, son hongos patógenos que atacan la raíz del haba en todas las zonas donde ésta se cultiva, causando pérdidas muy importantes. Las especies más frecuentes son: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* (Mendoza, 1982).

2.2.1. *Rhizoctonia solani* Kühn Pudrición de cuello y raíz

2.2.1.1. Antecedentes

El hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, se encuentra distribuido en la mayoría de los suelos agrícolas de todo el mundo, presentando diferentes niveles de infestación, y puede afectar una gran variedad de plantas taxonómicamente diferentes (Pérez, 1980).

García y Stevenson (1942) reportan la enfermedad en el cultivo de haba en el Perú. Bazán De Segura (1965) reportó la misma enfermedad y la llamó "Chupadera fungosa".

2.2.1.2. Importancia y distribución

Rhizoctonia solani ocasiona damping-off en plántulas, asimismo, provoca marchitez en plantas grandes al podrir la raíz y el cuello del tallo. Tiene una amplia distribución y vive en el suelo como parásito facultativo. Este hongo 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. (Romero, 1988). Las pérdidas que ocasiona van desde el 20 al 50 % de plantas muertas, en siembra directa; además de ésta pérdida se deben agregar las diferencias en maduración y las reducciones en rendimiento (Mendoza y Pinto, 1983).

2.2.1.3. Ciclo de vida y morfología

Rhizoctonia solani es un hongo de micelio septado y muy ramificado; las hifas cafés, con células grandes y las ramas que salen aproximadamente en ángulo recto muestran una septa aproximadamente a 10 μ de la unión con la hifa madre uniformemente distribuido sobre la superficie del sustrato. Algunas veces el micelio produce esclerocios aplanados o redondos, cubiertos por un fieltro aterciopelado grueso, de diámetro variable (Romero, 1988).

El hongo crece rápidamente en PDA dando una coloración blanco crema. Después de una semana se desarrolla micelio y sobre éste esclerocios pequeños, esclerocios de mayor tamaño se observan en el micelio que crece en contacto con la superficie del medio. En general los esclerocios son de tamaño variable; desde muy pequeños, difícilmente visibles, hasta de 5 mm o más si hay varios de ellos agregados (CIAT, 1981). Las temperaturas óptimas para su desarrollo van de los 20 a los 25 °C y el pH de 6.5 a 8.0; en el campo las condiciones favorables para su desarrollo son: alta humedad y temperaturas que van de los 18 a los 35 °C (Agrios, 1988; Romero, 1988).

Este patógeno pertenece al Orden Mycelia sterilia porque no produce conidios, vive principalmente en forma de micelio cual es incoloro cuando pasa por su etapa juvenil y se torna amarillo o de color café, claro conforme madura; en ciertas condiciones, el hongo produce ramilletes de células cortas, anchas, de forma oval o triangular y que se asemeja a esclerocios, las cuales funcionan como clamidosporas (Agrios, 1988).

Este hongo produce estructuras de resistencia llamados microesclerocios, parecidos a piedrecillas negras, las cuales quedan en el suelo, estos germinan entre los 18 y los 30 °C, produciendo un micelio de color café, la fase sexual *Thanatephorus cucumeris* se presenta en primavera y desarrolla un micelio de color blanco (Mendoza y Pinto, 1983). Esta etapa perfecta se forma cuando hay suficiente humedad y se desarrolla sobre el suelo, hojas y

tallos que se encuentran inmediatamente por arriba de la superficie de dicho sustrato. Los basidios tienen forma de barril, se forman sobre una capa membranosa de micelio y tiene cuatro esterigmas, cada uno de los cuales lleva una basidiospora ovoide, lisas y hialinas de pared celular delgada (Agrios, 1988).

2.2.1.4. Síntomas

Ataca plántulas y plantas desarrolladas; en las primeras se nota un ahogamiento del cuello, pudrición de raíces y consecuentemente la muerte de la plántula, en las plantas grandes se observa una clorosis y marchitez general que avanza rápidamente, secando el follaje y luego sobreviene la muerte de la planta; éstas son fácilmente extraídas del suelo al perder su raíz; en el cuello de la planta se observa una pudrición, donde se descascara muy fácilmente y se notan los tejidos internos necrosados. Sobre el cuello se pueden observar las hifas del hongo con pequeñas partículas de suelo adheridas sobre la superficie del tejido, si se pone la raíz horizontal y contra el sol (Mendoza, 1982).

Agrios (1988) menciona que los síntomas más comunes causados por *Rhizoctonia solani* en la mayoría de las plantas, son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la cancrrosis del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento.

Las plántulas pueden ser destruidas poco después de que han emergido del suelo o cuando aún son plantulas, el hongo ataca y mata el ápice de crecimiento de ella, que muere entonces en poco tiempo. Una vez que las plántulas han emergido, el hongo ataca su tallo, y lo hace aguanoso, lo ablanda y lo hace incapaz de sostener a la plántula, la cual se desploma y muere; en la mayoría de las plantas adultas o parcialmente maduras, las comúnmente aparecen lesiones rojizas en primer término justo debajo de la superficie del suelo, pero en tiempo húmedo y frío dichas lesiones se extienden en todas direcciones y aumentan su tamaño y número en tal forma que llegan a cubrir toda la base de la planta y a la mayor parte de las raíces. Esto da como resultado el debilitamiento, amarillamiento y en ocasiones la muerte de la planta (Agrios, 1988).

Las plántulas pueden morir por *Rhizoctonia* antes de emerger del suelo (ahogamiento preemergente), debido a la destrucción del meristemo apical. Para las plántulas logran emerger, entonces el ataque es a la base del tallo, donde tiene lugar una pudrición húmeda que provoca que las plántulas caigan y mueran; la lesión siempre es hundida y muestra varios tonos de color ante, café o más comúnmente café rojizo (ahogamiento post emergente) (Romero, 1988).

La cancrrosis del tallo y pudrición de la raíz se presentan en plantas adultas. En éstas, justamente abajo 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. Como resultado, las plantas experimentan un debilitamiento general, amarillamiento del follaje y algunas veces hasta la muerte.

2.2.1.5. Epidemiología

Rhizoctonia solani inverna casi siempre en forma de micelio o esclerocios en el suelo 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. Existen distintas razas del hongo con diferentes preferencias por sus hospederos, óptimo de temperatura, etc.

La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18 °C, aunque algunas razas muestran mayor actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35 °C. La enfermedad es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo. Las plantas de crecimiento rápido tienen la posibilidad de escapar a la infección por *Rhizoctonia* aún cuando la humedad y la temperatura sea favorable para el hongo (Agrios, 1988).

Papavizas *et al.* (citado por Leyva , 1987) mencionan que de 89 a 91% son los valores de humedad relativa más favorables para el ataque de este hongo. Asimismo,

indica que del suelo necesariamente es de 25 a 50 % de capacidad de campo. El pH adecuado oscila entre 4.5 y 6.5 (Doms y Sanss, citado por Leyva, 1987).

2.2.1.6. Diseminación

El hongo se propaga con la lluvia y el riego, particularmente por inundación; así como en los órganos de propagación infectados o contaminados (Agrios, 1988). El patógeno puede ser diseminado a nuevas áreas por el agua de riego, residuos de cosecha y esclerocios o micelio transportados por el viento y por la semilla (Baker, 1970).

Rhizoctonia solani vive indefinidamente en el suelo y es diseminada por ese medio de un lugar a otro. También es transportada a largas distancias en partes de plantas enfermas y, principalmente, como esclerocios.

2.2.1.7. Plantas hospedantes

Mendoza y Pinto (1983) mencionan que ataca algodón, frijol, fresa, papa,, chícharo, crucíferas, haba, tabaco, gladiolo, cebolla, ajo, espárrago, soya, berenjena, tomate y chile. Este patógeno ataca a la mayoría de las plantas anuales incluyendo a las malas hierbas, casi a todas las hortalizas y plantas florales, varios cultivos mayores y también a

las plantas perennes tales como los pastos para césped, plantas de ornato perennes, arbustos y árboles forestales (Agrios, 1988).

2.2.1.8. Control

Llevar acabo un control para patógenos del suelo, no es una tarea sencilla, ya que para esto es imprescindible conocer con exactitud la biología y los hábitos del patógeno, así como lo referente a los diversos microorganismos antagónicos que estos pudieren tener, no olvidándose del cultivo en el que se encuentran; por lo que se hace necesario integrar una serie de métodos de combate de tal forma que se logre controlar este tipo de enfermedades.

2.2.1.8.1. Control cultural

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

La rotación de cultivos con plantas no hospedantes reduce la incidencia de la pudrición radical pero no elimina completamente al patógeno. Se ha encontrado que las poblaciones de este patógeno disminuyen rápidamente en suelos sembrados con trigo, avena, cebada o maíz; sin embargo, la incidencia se incrementa a niveles relativamente altos en suelos sembrados con frijol susceptible, arveja o papa (Zaumeyer y Thomas, 1957). Para su control se recomienda evitar los excesos de humedad, eliminar las plantas atacadas y hacer rotación prolongada de cultivos (Mendoza, 1982).

Nofal *et al.* (1982) reportan que una aplicación foliar de microelementos como fertilizantes compensan los efectos perjudiciales de la inoculación de *Rhizoctonia solani* o *R. baticolicola* (*Macrophomina phaseolina*) en haba, ya que con la infección se reduce el número de nódulos, total de hijuelos y el largo de las raíces, así como el contenido de materia seca y clorofila. El total de aminoácidos, fenoles libres, nitrógeno y fósforo fueron reducidos pero la infección incrementó el contenido de O-dihidroxifenoles, K, Zn y Mg. Las fertilizaciones foliares incrementaron el contenido de algunos elementos químicos en plantas inoculadas, pero no tuvieron efecto sobre el Fe, Cu, y Mn. Asimismo, la mayor concentración para la aplicación foliar de fertilizante fue de 0.5 % para *Rhizoctonia solani* y 1 % para *Macrophomina phaseolina*.

Ruppel (1985) menciona que debe considerarse la secuencia de la rotación de los cultivos y la persistencia del patógeno en los residuos de cosecha, para el control de

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

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

Otra alternativa a la rotación de cultivos es la incorporación de materia orgánica, o incorporación de residuos de cosecha seleccionados (Papavizas *et al.*, 1975).

Romero (1988) menciona que para reducir los daños por *R. solani* debe atenderse a la selección del suelo con buen drenaje, erradicación de malezas, rotación de cultivos, incluyendo pastos y cereales, fechas de siembra, evadiendo el tiempo de frío y húmedo que favorece al patógeno.

De manera general no debe cultivarse las tierras húmedas y muy poco drenadas, y las semillas deben sembrarse en camas elevadas y, en suelos que presenten las condiciones más adecuadas a fin de permitir que las plántulas se desarrollen con mayor rapidez. Debe haber espacios amplios entre las plantas para que se permita una buena aireación de la superficie del suelo y de las plantas (Agrios, 1988).

2.2.1.8.2. Control biológico

El control biológico ha sido estudiado como una forma de reducir los problemas ocasionados por *Rhizoctonia solani*, obteniéndose buenos resultados tanto a nivel laboratorio como en campo. Se han descubierto diferentes grupos de organismos que pueden atacar al hongo, entre los que se encuentran las bacterias, algunos virus y hongos hiperparásitos.

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

Otros estudios realizados en Egipto por Mohamed (1982) mostraron a *Streptomyces spp.* como inhibidor del crecimiento de *R. solani* y *Fusarium spp.* ya que la

aplicación de la estreptomicina más potente en el suelo reduce la incidencia de marchitez y pudrición de raíz causadas por *Fusarium oxysporum* y *Streptomyces rolfii* en haba.

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

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

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

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

2.2.1.8.3. Control químico

Una forma importante de control para los patógenos del suelo, es el uso de productos químicos, sobre todo cuando se aplican productos específicos que no afectan el desarrollo de los microorganismos antagónicos.

Los métodos de aplicación de los fungicidas están determinados por la relación patógeno-hospedante, las prácticas culturales empleadas, la actividad del fungicida y el valor del cultivo (Campos, 1990).

Entre los fungicidas que pueden controlar la infección de *R. solani* se encuentran: quintoceno, benomyl, carboxin, busan, thiram, zineb, y captán (1 - 3 gr./Kg. de semilla). Generalmente se aplican a la semilla antes o durante la siembra (Ellis *et al.* 1975). El fungicida quintoceno es el más utilizado en el control de *R. solani*; Crosan (1963) encontró que cuando se asperja a bajo volumen (5, 8 Kg. /378 litros de agua/ ha), detrás del canal sembrador y en el surco durante las labores de siembra, da un excelente control de *R. solani*. Los fungicidas quintoceno y demosán son altamente específicos para el control de *R. solani* y, por lo tanto, se debe mezclar con captan o pyroxychlor para hacer aplicación en zonas donde *Pythium spp.* sea también un problema patológico (Learch y Garber, 1970). 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.

Mendoza (1982) recomienda también la aplicación de pencycuron, quintoceno polvo humectable o solución asperjado al suelo o al momento de la siembra, o bien hacer un tratamiento a la semilla con arasan, quintoceno u otro producto.

Jager y Velvis (1986) aplicaron pencycuron al 20 % de la dosis recomendada, obteniendo una reducción de 30 al 60 % en el índice de esclerocios. Posteriormente, Campos (1990) reporta que el pencycuron es un producto que logra controlar la enfermedad independientemente de la formulación y de la forma de aplicación.

Romero (1988) recomienda el uso de fungicidas como: formaldehído en invernadero, y terraclor (quintoceno, 12.5 Kg./ha), o benomyl (1000 ppm) en el campo.

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

Schwartz y Gálvez (1980), citado por Campos (1987) indican que las aplicaciones de quintoceno, benomyl, carboxin, busán, thiram, zineb, y captán en dosis de 1 a 3 g/Kg. de semilla de frijol, protegen a la plántula del ataque de *Rhizoctonia solani*.

Mahr *et al.* (1986) reportaron que en pruebas de campo hechas en plantaciones comerciales de lechuga, el Iprodione incrementó el rendimiento en más de un 92 % y disminuyó la severidad de la enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* (pudrición de la base de la cabeza) comparada con los no tratados. Dos aplicaciones a dosis de 2.3 Kg./ha del producto comercial a la base de las plantas y sobre las hojas a las 4 y 6 semanas después de la siembra dió un control de la enfermedad.

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

Quintero *et al.* (1992) demostraron que la incidencia de *Rhizoctonia solani* fue de un 5 % en papa cuando se aplicó el fungicida quintoceno 96 % a razón de 13 Kg. i.a./ha al momento de la siembra. También Quintero *et al.* (1992) concluyeron que el captan 50 a

dosis de 1 g./litro de agua aplicado cada cuatro días, es el mejor tratamiento para el control de *Rhizoctonia solani* causante del damping-off en berenjena.

2.2.2. *Fusarium. oxysporum*, *F. solani* (Marchitez o pudrición seca)

2.2.2.1. Importancia y distribución

La Marchitez por *Fusarium spp.* es una enfermedad que se distribuye en casi todas las áreas de cultivo del haba en todo el mundo. Según Yu (1994), Kirchner en 1890, registró por primera vez el ataque de *F. graminearum* en el cultivo de haba; más tarde Pape en 1920 reportó a *F. avenaceum* como causante de la pudrición de la parte inferior del tallo del haba, y Miyake en 1924 reportó en el Japón la marchitez de las habas, la cual era caracterizada por el escaso macollaje y pudrición de pocas vainas, atribuyéndolo a *Gibberella saubineti* (*F. graminearum*) como el agente causal. Posteriormente Wollenweber y Reinking (1935) en Berlín, mencionaron el ataque de *Fusarium avenaceum* en el cultivo del haba; mientras que Marchal y Verplanke (1926) reportaron en Bélgica la marchitez del haba señalando a *Fusarium vasinfectum* var *fabae* como agente causal y considerando la enfermedad en esa zona como la más destructiva de este cultivo.

Yamamoto *et al.* (1955) reportaron en el Japón la marchitez y la pudrición de las raíces de haba, encontrándola asociada con la infección de *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium fabae*, *Fusarium solani* y *Fusarium graminearum*.

Allan (1956) en estudios hechos en Chipre llegó a la conclusión de que las variedades de haba resistentes a la pudrición de la raíz causada por *Fusarium oxysporum*, no son agronómicamente satisfactorias.

Bikmuk (1963) reporta tres especies: *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* y *Fusarium oxysporum* en las áreas de cultivo de habas encontradas en el Noreste de Baskiria.

2.2.2.2. Ciclo de vida y morfología

Mendoza y Pinto (1983) señalan que el ciclo empieza con la presencia de macroconidios, microconidios, micelio y/o clamidosporas en el suelo infectado; estos germinan y penetran por heridas o aberturas naturales atacando el xilema; el micelio sigue desarrollándose y llega a invadir las células adyacentes al xilema. Las toxinas y la obstrucción mecánica de los tejidos son los responsables de la marchitez y muerte de la

planta. La formación de conidios se efectúa en las hojas de las plantas muertas y en el suelo.

Cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en la punta de las raíces o penetran a través de heridas a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales. El micelio del hongo se propaga intercelularmente por medio de la corteza de la raíz y cuando llega a los vasos del xilema, entra en ellos por las punteaduras. Se mantiene entonces exclusivamente en los vasos y viaja a través de ellos, principalmente en sentido ascendente, hacia el tallo y la corona de la planta. Cuando se encuentra en los vasos, dicho micelio se ramifica y produce microconidios que son desprendidos y llevados hacia la parte superior de la planta en el torrente de la savia. Los microconidios germinan en el punto donde cesa el movimiento, el micelio penetra la pared superior del vaso y el hongo produce más microconidios en el siguiente vaso. El micelio del hongo avanza también lateralmente en los vasos adyacentes, en los que penetra a través de las punteaduras. El hongo inverna en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas, pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidosporas. (Agrios, 1988).

El género *Fusarium* fue descrito por Link en 1915, quien consideró las siguientes características: Conidioforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios; conidios de

dos tipos, a saber: 1) microconidios elípticos o piriformes, unicelulares o bicelulares, no curvados, en cabezuelas a en cadena; 2) macroconidios falcados, en forma de media luna o elípticos, con dos a nueve septas, ápice puntiagudo, romo o en forma de gotero, base puntiaguda, rama o en forma de pié; clamidosporas, si se producen, globosas ovales o piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uni o bicelulares, lisas o rugosas y generalmente de color café. Fase ascógena: Las especies que se reproducen sexualmente producen peritecios del tipo Nectria, Hypomyces, Gibberella, o Calonectria (orden Hypocreales) (Romero, 1988).

Romero (1988) indica que *Fusarium oxysporum* se caracteriza por presentar conidióforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios; microconidios pequeños y elípticos e hialinos, clamidosporas de 1 a 2 células; los macroconidios son finos, alargados y puntiagudos de pared delgada, anchura máxima de 3.0 a 4.5 μ ; masa de esporas de color ocre rosa, pigmento rosa o de un púrpura violeta.

Fusarium solani se caracteriza por presenta conidióforos alargados, microconidios pequeños y elípticos de 8.0 a 16 μ , macroconidios gruesos, no puntiagudos y de pared gruesa, anchura máxima de 4.5 a 5.5 μ .; masa de esporas crema amarillo, pigmento azul-verde o violeta en medio de cultivo específico, clamidosporas presentes y fialides largas (Romero, 1988).

2.2.2.3. Síntomas

En las pudriciones de raíz, las raíces principales de la planta muestran al principio una mancha ligeramente rojiza, que después adquiere una tonalidad que va de rojo oscuro a pardo que se va extendiendo por la raíz principal y la porción del tallo debajo del suelo, o aparece en forma de rayas que se extienden por arriba de ella. Por lo general el crecimiento de la planta se retarda y cuando el clima es seco las hojas pueden tornarse amarillas e incluso desprenderse de la planta. En la mayoría de los casos, las plantas infectadas decaen y mueren aunque muestren o no síntomas de marchitez (Agrios, 1988).

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

La pudrición seca aparece inicialmente como lesiones o vetas rojizas en el hipocotilo y en la raíz primaria, a medida que la infección avanza las lesiones se unen, se tornan de color café y pueden extenderse hasta la superficie del suelo; las raíces primarias y laterales generalmente mueren por el ataque del hongo y permanecen adheridas como residuos secos. Cuando la raíz primaria muere, la parte inferior del tallo se vuelve medulosa y hueca. No se presenta un marchitamiento muy pronunciado del hospedante, aunque el crecimiento de la planta se retarda, se presenta un amarillamiento y caída prematura de hojas. Las plantas que han sufrido daños muy severos y posteriormente están expuestas a deficiencias de humedad se vuelven raquíticas y mueren (Sánchez, 1983).

Mendoza (1982) indica que esta enfermedad aparece en cualquier época del ciclo de la planta de haba, pero es más frecuente durante y después de la floración. Las plantas afectadas inicialmente aparecen con el follaje marchito (hojas de color verde pálido, seguido de un amarillo ligero con lesiones negras en el margen o en las puntas) que al poco tiempo se torna amarillento y finalmente negro; las hojas superiores de la planta pueden estar en una posición erecta y un poco más rígidas que las normales; las hojas se marchitan progresivamente hacia la nervadura; después se retuercen y toman una textura papelosa. Los tallos a la altura del cuello muestran un estrangulamiento y lesiones negras, y posteriormente se van tornando marchitos y negros; las raíces quedan de color negro y se pudren, aproximadamente las plantas mueren en 20 a 30 días después del ataque inicial.

En estado avanzado de la enfermedad se encontró que las plantas pueden ser fácilmente extraídas del suelo, debido a que el sistema radical prácticamente se ha destruido; las raíces se pudren y en muchos casos permanecen soportando un decaimiento seco. El cuello de la raíz sufre una decoloración vascular, la cual se extiende en el tallo a una distancia considerable. Una planta puede marchitarse dentro de una semana después de la aparición del primer síntoma; en general toma de 20 a 30 días en marchitarse completamente; bajo condiciones de campo, el marchitamiento comúnmente está acompañado con la detención del crecimiento de las mismas (Yu, 1944).

Según Romero (1988), las plantas enfermas muestran clorosis, achaparramiento, coloración café del xilema y, lo más común marchitez, *F. oxysporum* es un excelente habitante del suelo, por lo que una vez establecido en él, puede permanecer ahí indefinidamente. Un suelo infestado es inadecuado al cultivo si no se dispone de variedades resistentes.

2.2.2.4. Epidemiología

El hongo sobrevive de cinco a diez años como saprófito en la materia orgánica del suelo (Zaumeyer y Thomas, 1957). La iniciación de la enfermedad es favorecida por una elevada humedad del suelo y temperaturas de 22 a 32°C (Burke, 1968). *Fusarium* tiene

muy poca movilidad y se halla en suelos naturalmente infestados en forma de clamidosporas (Burke, 1965). Las condiciones nutricionales y exudados favorecen una rápida y abundante germinación de las clamidosporas; los exudados de las semillas la estimulan en un 60 % (Cook y Snyder, 1965).

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

Salt (1982) reporta que en Ucrania, la marchitez vascular que probablemente es causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *fabae* y la pudrición de la raíz por *Fusarium solani* f.sp. *fabae* u otras especies de *Fusarium*, se ven favorecidas por varios factores como son: humedad, suelo, temperatura, insectos, nemátodos y virus; los cuales predisponen a la planta a la incidencia de estas enfermedades.

Según Mendoza y Pinto (1983) las condiciones que favorecen el desarrollo de ésta enfermedad son la baja humedad del suelo, días cortos, mucho nitrógeno, poco potasio, mientras que proporciones inversas reducen la enfermedad.

Fosberg (1976) menciona que en el crisantemo, el desarrollo de la enfermedad es extremadamente dependiente de la temperatura. Los síntomas más severos se desarrollan a una temperatura constante que oscila entre los 26.6 y los 32.2 °C, poco severos a los 21.1 °C y ausentes a los 15.5 °C hacia abajo. Asimismo cantidades altas de nitrógeno hacen más susceptible al hospedante al desarrollo de esta enfermedad.

Hortst y Nelson (1975) también mencionan que los daños más severos se desarrollan de 27 a 32 °C, pero que los síntomas pueden aparecer a partir de los 21 °C.

Temperaturas arriba de los 26 °C, pH bajo y fertilizantes nitrogenados aumentan el desarrollo de los síntomas de la marchitez por *Fusarium* (Fisher y Townssoun, 1983).

2.2.2.5. Diseminación

La diseminación del patógeno está limitada principalmente al agua sobre la superficie del suelo (Burke, 1968), y ésta ocurre principalmente en forma de clamidosporas y conidios, o bien, mediante implamentos agrícolas, en residuos de haba y en estiércol; en la semilla es portado externamente en las partículas de suelo adheridas a la testa (Zaumeyer y Thomas, 1957). El patógeno se transmite por semilla y por residuos (Mendoza, 1982).

Agrios (1988) indica que el patógeno se propaga a cortas distancias a través del agua y equipo agrícola contaminado y a grandes distancias principalmente por semillas infectadas o en el suelo que va en ellas. Es frecuente que una vez que una área ha sido infectada por el hongo se mantenga así por tiempo indefinido.

2.2.2.6. Plantas hospedantes

Romero (1988) menciona que sin duda alguna, *F oxysporum* es la especie del género *Fusarium* más ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura, algunos de los hospedantes de éste patógeno son los siguientes: el jitomate, la papa, el frijol, el chícharo, la cebolla, la col, el rábano, el pepino, el melón, la sandía, el plátano, el café, el tabaco, el gladiolo, el clavel, el algodón y el lino, mientras que *Fusarium solani* incluye formas parásitas del frijol, de la papa, de la calabaza y del chícharo.

2.2.2.7. Control

En general el control puede hacerse mediante varias estrategias: El control cultural, el control biológico, el control genético y el control químico. En el caso de las pudriciones

radicales ningún método aislado puede controlar totalmente la enfermedad; una combinación de métodos, o sea el manejo integrado, da los mejores resultados.

2.2.2.7.1. Control cultural

Mendoza (1982) menciona que debido a que el patógeno se transmite por semilla y residuos, se recomienda prácticas para el control de éste patógeno como la destrucción de residuos, rotación de cultivos con gramíneas y tratamiento de la semilla con agua caliente (60 °C por 10 minutos).

El control cultural de *Fusarium sp.* se realiza mediante prácticas generales como son: prácticas de drenaje y fertilización que favorecen el crecimiento vigoroso de la planta; baja densidad de población en la siembra, o sea, la distribución uniforme de plantas en el suelo, rotación por periodos largos tres o cuatro años, aunque este método es poco práctico desde el punto de vista económico. Una buena textura y estructura del suelo favorece el drenaje y permite un buen desarrollo de las raíces. La práctica de subsolear en donde hay problemas de horizontes compactos facilita el drenaje interno (Stephen, 1984).

Freigoun (1980) reporta que en campos cultivados con haba durante tres épocas consecutivas en Sudán, bajo condiciones naturales de infestación por *Fusarium oxysporum*

y *F. solani* f.sp. *fabae*, la infección se incrementa con las siembras tempranas y se reduce con los riegos a intervalos cortos, por lo que se recomienda que el período óptimo de siembra, es pasando el mes de octubre e iniciando el mes de noviembre, y los riegos se deben hacer dos o tres semanas después.

Se ha observado que *Fusarium oxysporum* sobrevive bajo condiciones totalmente anaeróbicas durante 13 semana, mientras que *F. eumartii* perece a las 3 semanas. Esta información es muy importante en Fitopatología, ya que permitiría recomendar o desaconsejar para determinados hongos el método de control por inundación (Romero, 1988).

2.2.2.7.2. Control biológico

Neweigy *et al.* (1982) recomienda el tratamiento de semillas con antagonistas previamente detectados de la rizosfera de la planta de haba como: *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.* y *Trichoderma sp.* El mismo autor reporta que de 93 aislamientos de bacterias que fueron probadas, 20 resultaron antagónicas a *R. solani* y 7 a *Fusarium solani* y la más efectiva con 5 aislamientos que es antagónica a los hongos anteriores, así como a *Sclerotium rolfsii* fue *Bacillus sp.* Además también se probaron 74 actinomicetes de los cuales, 5 de *Streptomyces* resultaron antagónicos a los tres patógenos.

2.2.2.7.3. Control químico

Se recomienda la utilización principalmente de fungicidas sistémicos del grupo de los Benzimidazoles como lo es el Benomyl; éste es un fungicida seguro y de amplio espectro que se utiliza para combatir numerosos hongos patógenos importantes. La aplicación del benomyl incluye el tratamiento de semillas, aspersiones foliares, inmersión de raíces y fruto y el tratamiento de las hileras. Es probablemente este fungicida un agente mutagénico, que al parecer incrementa el grado de resistencia de las razas patógenas por su efecto (Agrios, 1988).

Por otra parte se ha demostrado que algunas fitohormonas disminuyen la infección que producen estos patógenos sobre las plantas, ya que incrementan el grado de resistencia de las mismas ante la enfermedad (Agrios, 1988).

Paulus, citado por Jaimes (1977) demostró que el benomyl y el tecto 60 reducen el número de plantas infectadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. *gadioli* e incrementa el número de flores cosechadas de gladiola. El ataque a la fresa por *Fusarium oxysporum* f.sp. *fragariae* puede ser controlada con aplicaciones de 250 Kg./ha de bromuro de metilo al 98 % en aplicación total. Su uso es rentable por el aumento del rendimiento y calidad de la fruta, y gran parte del costo se amortiza porque existe un control de la maleza. La dosis

anterior podría abatirse con aplicaciones en banda, si se usara riego por goteo y acolchado plástico, puesto que con riego rodado, se reinfesta rápidamente el suelo tratado.

Stryder (1985) realizando pruebas de control químico para la marchitez por *Fusarium* del crisantemo, determinó que el fungicida más efectivo era el thiofonato metil cuando se aplicaron 0.21 g de i.a./l. En ese mismo estudio el thiabendazol aplicado a 0.24 g de i.a./l obtuvo la calificación de marchitez moderada, suficiente para que la planta no creciera normalmente. Los fungicidas se aplicaron a la superficie del suelo y fueron incorporados con la ayuda de un riego.

2.3. Manejo integrado

La posibilidad de adoptar el Manejo Integrado de Plagas (MIP) abre varias expectativas interesantes. El término de Manejo Integrado de Plagas (MIP) surgió hace ya varios años, sin embargo, muchos de los componentes del MIP fueron desarrollados a finales del siglo pasado y a principios de el presente. El MIP no involucra una sola estrategia para el control de enfermedades, sino que esta basado en la utilización de metodologías interdisciplinarias integradas, para aplicarlas al desarrollo del agroecosistema, mediante el manejo de estrategias que son prácticas efectivas, protectivas

y económicas, tanto para el hombre, como para el medio ambiente natural (Apple y Smith, 1976).

El concepto de MIP incluye a toda clase de plagas, esto es, patógenos, insectos, nemátodos, malezas entre otros organismos y factores que atañan a la disminución de la producción. En general mucho de los trabajos de MIP centran su atención en un problema, o en una estrategia de control. Así existen muchos ejemplos:

2.3.1. Coberturas muertas

Cualquier material aplicado sobre la superficie del suelo, sea de naturaleza orgánica o inorgánica, con la finalidad de cubrirlo, se designa como "cobertura muerta", "mantillo", "mulch" y otros. Puede tener diferentes usos u objetivos (Aguilar, 1990).

El uso de coberturas muertas se ha extendido mucho en los sistemas de labranza de conservación, aunque pueden ser usadas en otros sistemas de labranza.

Diverso autores, Lal, Simpson y Gumbs, citados por Domínguez (1990) afirman que los beneficios tales como el control de maleza, conservación de la humedad del suelo,

reducción de la erosión, disminución de la temperatura de la superficie del suelo, entre otros, son atribuibles a las coberturas muertas (acolchados) de gramíneas y leguminosas.

Existen varios autores que mencionan los efectos de las coberturas muertas sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. A continuación se presentan estos efectos expuestos por Sprague (1986), Macias (1992), Rodríguez (1987), Crovetto (1992) y Unger (1975).

Las coberturas orgánicas afectan la cantidad de agua del suelo, ya que controlan el escurrimiento, incrementan la infiltración, disminuyen la evaporación y tienen efecto en el control de la maleza; también afectan la temperatura del suelo a través del resguardo de la radiación, captación y conducción de calor y por el enfriamiento evaporativo; afectan la erosión del suelo por reducción del volumen de agua de escurrimiento, debido al efecto sobre la estructura y al retardo del movimiento del agua; afectan la salinidad del suelo a través del control de la lixiviación y de la evaporación; afectan la cantidad de nutrientes del suelo a través de la adición de materia orgánica, nitrificación diferencial y solubilidad mineral; afectan también el régimen biológico del suelo a través de las adiciones de materia orgánica al aumentar las poblaciones microbianas y de la fauna del suelo y por la distribución radical de las plantas cultivadas. El grado de variación de estos efectos, dependerá de la especie de cobertura y de las condiciones agroclimáticas del lugar.

2.3.1.1. Efecto de la materia orgánica sobre la incidencia de la enfermedad

La materia orgánica juega un papel muy importante en la conservación de la fertilidad del suelo. Se considera que entre otras cosas mejora la estructura y las condiciones del suelo, proporciona energía para los microorganismos, conserva nutrimentos, regula la capacidad de absorción de iones, reduce la pérdida de humedad y baja la temperatura del suelo (Alexander, 1977).

La materia orgánica se descompone a la velocidad con que se agrega (Cajuste, 1977); sin embargo el efecto de la adición de materia orgánica sobre la aprovechabilidad del nitrógeno, depende en gran medida de la relación C/N en la materia orgánica agregada. Si al agregar al suelo un material con una relación C/N elevada, los microorganismos que lo descomponen no encuentran bastante nitrógeno, entonces usarán el nitrógeno de otras fuentes para satisfacer sus necesidades; esto da por resultado, que el nitrógeno temporalmente quede fijado en la biomasa microbiana de modo que cuando los residuos orgánicos incorporados al suelo tienen menos del 1.5 % de nitrógeno lo que equivale a una relación C/N mayor de 25, se produce la inmovilización del nitrógeno. En tanto que si un material con una relación C/N baja se agrega al suelo, éste contendrá más nitrógeno que el que los microorganismos necesitan y el exceso será liberado en una forma aprovechable. Esto significa que los residuos orgánicos con un contenido de 1.5 a 1.7 % de nitrógeno no

necesitan adición suplementaria para asegurar su descomposición, ocurriendo entonces el proceso de mineralización.

Además se debe tomar en cuenta como lo menciona Huber y Watson (1974) que el grado de mineralización y nitrificación son influenciados por factores físicos tales como: pH, tipo de suelo, fuente de nitrógeno, tensión de oxígeno, temperatura y concentración de sales.

Un aspecto interesante es el que afirma Baker y Cook (1974) en el sentido de que el papel de residuos vegetales consiste en la estimulación de microorganismos antagónicos a fitopatógenos, sosteniendo que a mayor variedad y número de microorganismos provistos por el modificador orgánico, mayor será la posibilidad de supresión del patógeno.

Por otro lado, se sabe que la disponibilidad de nitrógeno y más particularmente el tipo de nitrógeno afecta la incidencia de la enfermedad. Huber y Watson (1974) reconocen que el nitrógeno nítrico ($\text{NO}_3\text{--N}$) reduce la pudrición radicular por *R. solani* en frijol comparada con la liberación lenta de urea o de fertilizantes con nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_4\text{--N}$); sin embargo, el $\text{NO}_3\text{--N}$ provee un mejor medio para la actividad saprofítica y la supervivencia del patógeno, sin causar enfermedad. El $\text{NO}_3\text{--N}$ también reduce la infección en soya, centeno y la pudrición de estolón de la papa producido por *R. solani*. Por el contrario, el $\text{NH}_4\text{--N}$ incrementa marcadamente la severidad de la enfermedad; pero tanto

la disponibilidad como el tipo de nitrógeno, pueden ser afectados por la aplicación de modificadores orgánicos.

Huang y Kuhlman (1991) determinaron que el damping-off causado por *Rhizoctonia solani* y *Pythium aphanidermatum* en plántulas de pino, fue significativamente inhibido por la adición al suelo de corteza de pino molida (60 % de *Pinus taeda* y 40 % de *Pinus echinata*). Un medio con el 100 % de corteza de pino molida, protege completamente las plántulas de pino de la infección de *Pythium aphanidermatum*, mientras que el daño causado por *Rhizoctonia solani*, sólo es reducido en un 50 %.

Estos mismos investigadores formularon un suelo al que le llamaron SF-21 con 750 g. de corteza de pino molida, 35 g. de sulfato de amonio, 10 g. de superfosfato triple, 30 g. de cloruro de calcio, 25 g. de cloruro de potasio, 150 g. de sulfato de aluminio y 750 ml de glicerina al 10 % que mezclado en 1 % en proporción con el suelo, controla más del 50 % del damping-off en plántulas de pino; asimismo esta formulación también incrementa la altura de las plántulas. Poblaciones de *Rhizoctonia solani* y *Pythium aphanidermatum* fueron reducidas en un 50 % y 90 %, respectivamente, a las 4 semanas de aplicado el tratamiento. En el suelo restablecido con SF-21 predominaron los hongos *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma aureoviride*, *Penicillium oxalicum*, *Penicillium funiculosum* y *Gliocladium deliquescens*. Concluyeron que el restablecimiento orgánico del suelo

intensifica la actividad microbial y provoca la competencia entre las estructuras de inóculo de los hongos fitopatógenos y favorece el crecimiento de las plantas.

Lewis y Papavizas (1977) estudiando el efecto de residuos de algunas plantas sobre la germinación de clamidosporas de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* encontraron que la avena (*Avena sativa*) y el centeno (*Secale cereale*) fueron las compostas más efectivas para la reducción de la severidad de la enfermedad; asimismo determinaron que la presencia o ausencia de nutrientes no tiene nada que ver para la germinación de las clamidosporas y que se supone, está restringida por una fungitoxina liberada durante la descomposición de los residuos vegetales. Esta toxina no fue determinada.

Aparentemente, la naturaleza supresiva de suelos que se caracterizan por tener un elevado contenido de materia orgánica, nitrógeno, alta capacidad de intercambio catiónico, resultan tener una mayor población de bacterias y actinomycetos, pero indudablemente, un factor importante en el control biológico de patógenos del suelo es la producción de antibióticos por varios microorganismos, aunque la actividad específica de estas sustancias ha sido difícil de demostrar en el suelo. Por otro lado, se sabe que la relación C:N en el suelo parece ser de particular importancia en el control biológico de varias enfermedades radicales (Baker y Cook, 1974).

Elmer y Lacy (1987) mencionan que plantas de apio creciendo en suelo donde se adicionaron residuos de apio, pasto sudán y centeno incrementaron la incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *apii*. Los residuos de cosecha de la cebolla incorporados al suelo, inhibieron el desarrollo de la enfermedad más que otros substratos probados.

Ramírez y Munnecke (1988) aplicaron residuos de diferentes cultivos a razón de 4 Kg./ 2.8 m² para controlar el daño causado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* en el cultivo de la col y determinaron que la severidad de la enfermedad y las poblaciones del hongo en el suelo, fueron marcadamente reducidas por la adición de residuos de col (*Brassica oleraceae* var. *viridis*), mostaza (*Brassica nigra*), coliflor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*), brócoli (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) y col de brucas (*Brassica oleraceae* var. *gemmifera*) y moderadamente reducidas por la paja de alfalfa, e incrementada por la paja de trigo, gallinaza y el estiércol de novillo.

El mismo autor menciona que se tiene reporte de que nutrientes producidos por la descomposición de residuos de brócoli, etileno, amonio, acetona, etanol, metanol, formaldehído, acetaldehído y propionaldehído estimulan la germinación de propágulos de *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* raza 1 y otros *Fusarium spp.* Muchas de estas sustancias se forman en algún estado de la descomposición de la col y ellas estimulan la germinación de *Fusarium*, pero en esa misma descomposición se producen sulfidos y tiocinatos, los cuales se comportan como fungistático o fungicida. Así ellos concluyeron

que los gases producto de la descomposición de los residuos de la col, juegan un papel muy importante en la disminución del inóculo de *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans*.

Es importante recalcar que una vez terminado el experimento, en los sitios donde se había adicionado residuos de col, se transplantó tomate, mostrando síntomas de fitotoxicidad.

Núñez (1978) incorporó al suelo bagazo de café, y abatió la incidencia de la dormilona del clavel por *Fusarium roseum*, aumentando la microflora del suelo en la zona de la rizósfera del clavel. Al combinar el bagazo de café y el Benlate, redujo en un 75 % la enfermedad.

En invernadero, la adición de bagazo de café al suelo, en una concentración de 0.5 y 1.0 %, controló la pudrición de la raíz del frijol causada por *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (Adams y Papavizas, 1968).

La harina de alfalfa al 1 % favorece el incremento poblacional de actinomicetos, *Trichoderma* y *Bacillus subtilis*, cuando se aplica al suelo para el control de la rabia del garbanzo causado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (Núñez, 1992).

Snyder *et al.* (1959) demostraron que la infección de *Rhizoctonia solani* fue reducida por la incorporación de paja de trigo y rastrojo de maíz, en contraste con los residuos de alfalfa y de soya que incrementaron su incidencia. Se asocia la reducción de la enfermedad con la relación C:N.

Rhizoctonia solani es un patógeno destructivo y versátil que ataca a varias plantas, tiene una alta habilidad competitiva saprofítica y es capaz de utilizar fibras de algodón y celulosa del suelo como fuente de carbono. Es por ello que se explica, que niveles altos de celulosa incrementen el potencial de inóculo de este patógeno, por lo cual se recomienda incorporar la composta de corteza de encino cuando ésta ya esté lo suficientemente descompuesta, es decir, ya que los microorganismos antagónicos hayan hecho uso de la celulosa disponible, puesto que los incrementos en la descomposición de la composta, está influenciada directamente por el aumento de la microflora en la misma composta. Esto mismo afecta la habilidad de *Rhizoctonia* a colonizar los suelos a los que se les ha adicionado composta. La supresión de este patógeno con la incorporación al suelo de composta de corteza de encino, es atribuible a la presencia y actividad de *Trichoderma sp* y a otros hongos y su interacción con bacterias antagónicas (Chung, 1988).

2.3.1.2. Influencia que tiene el tiempo de incorporación de la materia orgánica y el pH del suelo sobre el patógeno que induce la pudrición del cuello y raíz

El tiempo es también un factor importante, cuando los modificadores orgánicos son añadidos al suelo, tardan en descomponerse aproximadamente de 4 a 8 semanas (Maya, 1984).

Estudios realizados por Allison (1973) demuestran que si las semillas son plantadas al mismo tiempo que se adicionan los modificadores se propicia una actividad biológica completa antes que las plántulas hayan desarrollado un sistema radicular. Por su parte Odvody *et al.* (1980) colonizando diferentes substratos de *Corticium spp.*, lograron establecer una alta densidad de propágulos en el suelo, donde fueron mantenidos por varias semanas y observaron que la densidad inicial de *R. solani* fue substancialmente reducida. Asimismo, Papavizas (1973) menciona que el rastrojo de maíz fue el mejor modificador para controlar la pudrición radical del frijol causado por *R. solani* y enfatizó que el grado de control obtenido se debió a que el hospedante susceptible fue plantado después de la incorporación del modificador, esto es, cuando el frijol se plantó 3 semanas después.

Henis *et al.* (1979) indicaron la influencia del tiempo de incorporación sobre la incidencia de la enfermedad, ya que en 7 semanas la densidad del inóculo de *R. solani* se vio disminuida significativamente en tanto que la supresividad del suelo se incrementó.

También Liu y Baker (1980) contribuyeron con una investigación donde se obtuvo un suelo supresivo a *R. solani* cuando se realizaron cultivos sucesivos de rábano, en un suelo inoculado con *T. harzianum* y a través de 9 semanas la densidad de inóculo del patógeno se vió disminuido por la actividad del antagonista; además, el valor del pH ácido contribuyó significativamente en la obtención de la supresividad.

Elad *et al.* (1980) aseguraron que el control biológico por *T. harzianum* dependió del tipo de inóculo y del tipo de inoculación ya que se obtuvo una disminución significativa en la incidencia de la enfermedad bajo condiciones de campo donde fue incorporada cascarilla de trigo inoculado con *T. harzianum* a diferentes tiempos, resultando el mejor a 21 semanas.

De las investigaciones realizadas sobre el efecto del pH del suelo, Sinclair (1970) indica que la respuesta de *R. solani* al pH del suelo es altamente variable, en general el óptimo de crecimiento de varios aislamientos de éste patógeno oscila entre un pH de 5.5 y 7.0. Tomando esto en consideración, tanto Smiley (1975) como Henis y Chet (1975) hacen referencia al uso de modificadores orgánicos 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.

Asímismo, Marshall (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*; generalmente parece que las condiciones ácidas del suelo favorecen el crecimiento y las propiedades antagónicas de *T. harzianum*.

2.3.2. Solarización

La solarización consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente delgado durante el verano para incrementar las temperaturas a niveles letales para la mayoría de los fitopatógenos, insectos y malas hierbas (Katan, *et al.* 1976; Katan, 1981 y Ramírez, 1985). La radiación solar pasa a través del plástico transparente, se convierte en calor, e induce cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo.

El periodo de tratamiento debe ser mayor de 4 semanas para ejercer control efectivo en las capas más profundas del suelo (Katan, 1981). La profundidad hasta donde se puede tener control satisfactorio depende fundamentalmente de la duración del tratamiento, de la intensidad de la radiación solar y de la conductividad térmica del suelo (Ramírez, 1992).

La técnica de solarización es similar al calentamiento del suelo por medio de vapor de agua caliente; sin embargo, hay diferencias biológicas y tecnológicas. Con la técnica de solarización no se necesita transportar el calor desde la fuente de producción hasta el campo; por esta razón, la solarización se puede llevar a cabo en superficies muy extensas. Las temperaturas son relativamente bajas, en comparación con el calentamiento artificial; por ello, los efectos sobre los componentes biológicos son menos drásticos. Además, los efectos negativos observados en suelos tratados con vapor de agua caliente como son la fitotoxicidad por liberación de manganeso y otros productos tóxicos y la rápida reinfestación del suelo debido a la creación de un vacío biológico no ocurre después del proceso de solarización (Ramírez, 1992).

Las recomendaciones para llevar a cabo la técnica de la solarización, siempre y cuando las condiciones climáticas sean adecuadas, son las siguientes (Katan, 1981 y Pullman, *et al.* 1984).

1).- El área que se va a solarizar debe estar bien preparada: libre de terrones grandes, residuos de cosecha y malezas, los cuales podrían levantar o romper el plástico. Las temperaturas máximas ocurren cuando el plástico está tocando la superficie del suelo, por esta razón debe evitarse el levantamiento del plástico.

- 2).- El plástico debe ser transparente y no negro para que permita el paso de la mayor parte de la radiación solar que calentará el suelo. El plástico transparente debe formularse con inhibidores ultravioleta para evitar la rápida deteriorización del polietileno, lo cual permitirá que el suelo se pueda solarizar por más tiempo, que se reutilice, o que se deje para usarlo como acolchado para los cultivos. El plástico transparente absorbe más del 80 % de la radiación solar, lo cual provoca que se incrementen las temperaturas del suelo más que con la película negra o de otros colores.
- 3).- El plástico debe ser lo más delgado posible ($0.025\text{-}0.050\text{ mm} = 25\text{-}50\text{ }\mu$), ya que es más barato y más efectivo para calentar el suelo porque hay mejor transmisión de la radiación solar que en los plástico más gruesos. El plástico transparente grueso refleja más energía solar que el plástico delgado y provoca temperaturas ligeramente más bajas.
- 4).- El suelo debe cubrirse con la película de plástico durante el período de temperaturas altas, días largos y radiación solar intensa. El suelo puede cubrirse totalmente o parcialmente en bandas sobre las camas o surcos. Sin embargo, la solarización en bandas puede perder el efecto de control de larga duración debido a que queda mucha superficie sin tratamiento la cual puede reinfestar el suelo solarizado. El plástico puede colocarse manualmente en áreas pequeñas o por medio de maquinaria cuando se trata de extensiones más grandes de terreno. Entre la película de plástico y la superficie del suelo debe haber un espacio mínimo, con el fin de evitar bolsas de aire que retardan el calentamiento del suelo.

5).- El suelo debe mantenerse húmedo durante el período de tratamiento para incrementar la sensibilidad de los patógenos y también para mejorar la conductividad térmica del mismo. El suelo puede humedecerse antes de colocar el plástico o después de colocarlo por medio de riego por goteo o de gravedad por surco. La solarización es más efectiva cuando el suelo se humedece después de colocar el plástico.

6).- El período de tratamiento debe ser suficientemente prolongado, generalmente de 4-8 semanas, para lograr el control de patógenos, malas hierbas e insectos en todas las profundidades deseadas, ya que las temperaturas en las capas más profundas del suelo son más bajas que en las capas superiores.

El plástico debe quitarse después del tratamiento de solarización y, de inmediato, el suelo está en condiciones para establecer un cultivo o dejarse hasta la siguiente temporada. Otra alternativa es no remover el plástico y dejarlo como acolchado.

Si el suelo tiene que prepararse después del proceso de solarización, antes de plantar o sembrar, la labranza debe ser superficial, menor de 5 cm de profundidad, para evitar el movimiento de propágulos de patógenos y semillas de malezas viables hacia la superficie. La mejor alternativa es solarizar el terreno ya surcado, de acuerdo con las necesidades del cultivos.

2.3.2.1. Control del patógeno

En Israel, en 1976, Katan, y colaboradores fueron los primeros en demostrar que la solarización puede controlar patógenos y malas hierbas. DeVay, citado por Yost y MacGill (1923) mencionó que éste es el más grande descubrimiento, en muchos años, para el control de las enfermedades de las plantas.

A partir del primer reporte, se ha demostrado que la solarización controla efectivamente muchos patógenos del suelo. En algunos casos, el control de patógenos ha durado por más de un año y en otros se ha logrado efectos sinérgicos cuando se ha combinado la solarización con residuos de plantas o fumigantes del suelo. También su efectividad se ha incrementado mediante el uso de plástico avejentado o con la utilización de dos capas de película de polietileno (Ramírez, 1992).

La viabilidad de los patógenos se reduce a medida que las temperaturas exceden la máxima para su desarrollo. Por ello, la velocidad de mortandad de una población de microorganismos depende del nivel de temperatura, humedad, tiempo de exposición, condiciones fisiológicas del organismo, tipo de propágulo, edad, y de los factores físicos y químicos (Katan, 1981).

Según Katan (1976) *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* se erradica a 100 % a 51 °C en una hora o en 10 minutos a 65 °C.

Greenberger *et al.* (1987) mostraron que la solarización indujo supresividad en una variedad de suelos para *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. En la mayoría de los suelos solarizados la incidencia de la enfermedad fue menor que en los suelos no solarizados, lo cual se demostró con plántulas de frijol en suelos infestados con *Sclerotium rolfsii* y plántulas de tomate inoculadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Recientemente mediante el uso de la solarización se han obtenido buenos resultados en el control de enfermedades con origen en el suelo (Katan *et al.* 1976). White y Buczaki (1979) lograron disminuir la incidencia de la enfermedad radical denominada Club Root en plántulas de calabaza, ocasionada por *Plasmodiophora brassicae*. Ramírez y Munnecke (1986) controlaron la incidencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* con la combinación cubierta de plástico (solarización) + residuos de repollo, en la capa superior del suelo a 10 cm.

En Irapuato, Castro y Dávalos (1989) utilizaron solarización y residuos vegetales para el control de la secadera de la fresa causada por el complejo fungoso *Fusarium oxysporum*, *Verticillium* sp., *Alternaria* sp. y *Rhizoctonia* sp.; desde el punto de vista de la productividad concluyeron que el tratamiento fue efectivo.

Los tratamientos al suelo con thoclophos-metil + dasomet + coberturas plástica, thoclophos-metil + dasomet y quintozeno + benomyl + dasomet, tuvieron un mayor número de plantas por parcela; sin embargo, las diferencias no fueron significativas con respecto a los demás tratamientos. En relación al rendimiento por parcela, los rendimientos más altos se obtuvieron en las parcelas tratadas con thoclophos-metil + dasomet + cobertura plástica, seguidas por aquellas tratadas con quintoceno + dasomet + benomyl + cobertura plástica y thoclophos-metil + dasomet (Anónimo, 1985).

Ramírez (1992) aclara que la efectividad de la solarización del suelo para controlar patógenos en diferentes cultivos bajo varias condiciones climáticas debe investigarse en cada región para verificar resultados obtenidos en otros países y para valorar la reproductibilidad de esta técnica. Esto es especialmente importante cuando se trata de un método el cual depende del clima.

En resumen, la técnica de solarización del suelo es efectiva para controlar muchos patógenos, pero no todos, como es el caso de *Macrophomina phaseolina* y algunas malas hierbas como *Melilotus sp.* Además del control debido a factores físicos, como el calor, están involucrados el control biológico y los factores que estimulan el desarrollo de las plantas (Ramírez, 1992).

Por último, debe remarcarse, sin embargo, que la solarización del suelo no debe considerarse como un método universal para el control, sino más bien como una opción adicional la cual si se usa correctamente puede reducir, segura y eficazmente, los daños por patógenos, plagas y malezas.

2.3.3. Impacto de los Actinomycetos

Todos los patógenos del suelo se encuentran distribuidos en un espacio tridimensional y no perceptible en el cual se da la actividad parasítica de una manera distinta a las enfermedades foliares (Burges y Raw, 1971).

El sistema radical es de los componentes más importantes dentro de este espacio tridimensional y en el desarrollo de las enfermedades radicales. Este supuesto se basa en que únicamente el inóculo confinado en la zona de influencia de la rizosfera y/o rizoplaneo es potencialmente capaz de infectar al hospedante. La extensión radical aunque es variable, puede tener una tasa de crecimiento mayor a 12 cm/día, siendo esta zona de elongación la de mayor influencia en la infectividad de los hongos (Alexander, 1977).

La diferencia en movilidad del sistema radical comparada con la del patógeno es grande y la capacidad de movimiento de la raíz es la que le permite explorar más suelo y, por lo tanto, ponerse en contacto con más inóculo (Burges y Raw, 1971).

Andrade (1982) dice que un factor muy importante en el manejo de enfermedades radicales y en el desarrollo de los patógenos del suelo, es el antagonismo, éste se da por actinomicetos, bacterias y hongos. Los actinomicetos son organismos que producen micelio ramificado muy parecido al que producen los hongos, pero en medio líquido se comportan como bacterias y son de los principales productores de antibióticos como el género *Streptomyces sp.*

Para los actinomicetos, la materia orgánica, pH, humedad y temperatura son los determinantes ecológicos principales. Son afectados directamente por la presencia del carbono aprovechable y se presentan abundantemente en terrenos con altas cantidades de materia orgánica. En general, los lugares con grandes cantidades de materiales carbonados y humus presentan cifras mayores de actinomicetos. La relación de nutrientes orgánicos tales como derivados proteicos, restos de cultivos y estiércol animal aumenta la abundancia de éstos. Algunas veces la población puede alcanzar los 10^8 organismos por gramo de suelo al agregar restos de cultivos modificados, particularmente donde llega a haber temperaturas altas. Los actinomicetos son numerosos y están ampliamente distribuidos en

un amplio rango de substratos. Se localizan en los horizontes inferiores, a profundidades considerables (Alexander, 1980).

Es común encontrar actinomicetos en suelos que tienen valores de pH inferiores a los que permiten su crecimiento en cultivos y es posible que estas poblaciones se multipliquen solamente en microambientes donde el pH se eleva debido a los productos alcalinos secretados por organismos adyacentes (Alexander, 1980).

El orden Actinomycetales ha despertado gran interés debido a que muchas cepas tienen la capacidad de sintetizar metabolitos tóxicos. Tres cuartas partes de los Streptomyces aislados pueden producir antibióticos que son capaces de inhibir, al menos en medio de cultivo, el crecimiento o eliminar poblaciones de algunos hongos como *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani*.

Los actinomicetos constituyen del 10 al 50 % de la comunidad total, determinado por el método de placa. Son menos comunes en áreas húmedas, mayores en suelos de pastizales y cultivados. En climas cálidos son más favorables para una extensa flora de actinomicetos que los de áreas más frías (Alexander, 1980).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área experimental

El experimento se estableció en terrenos de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en el Campo Agrícola Experimental, lote San Bartolo 4; en Chapingo, México ubicado a los 19° 29' de latitud norte y 98° 53' longitud oeste, a una altura de 2250 m.s.n.m. (García, 1973), durante el ciclo de cultivo primavera-verano de 1995 y 1996. La semilla utilizada fue material criollo que se siembra en la región.

Ortíz *et al.* (1977) define el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo dentro de la faceta III definida de la siguiente manera. Llanura de agricultura intensiva, terrenos con pendientes del 1 a 2 %, con una capacidad de uso de (1-1) la cual está constituida por suelos profundos de textura media y con moderada capacidad de retención de humedad.

3.2. Condiciones climáticas

El clima de la región se ha clasificado según Köppen modificado por García (1973), de la siguiente manera: C (Wo) (W) b (y') g, que se caracteriza por ser templado, subhúmedo, con poca oscilación térmica, con una precipitación media anual de 644.8 mm., con lluvias en verano y temperatura media anual de 15°C, donde mayo es el mes más cálido, enero es el mes más frío y julio es el mes más lluvioso.

3.3. Suelo

Cachón *et al.* (1976) según el tipo de suelo que predomina en el lugar son meramente planos, de color negro, de textura francos y profundos, con un pH neutro a ligeramente alcalinos y medianamente ricos en materia orgánica.

3.4. Diseño experimental

El ensayo se estableció usando un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y 18 tratamientos. El tamaño de la parcela experimental fue de 5 m de largo

X 3.5 m de ancho, lo que da 17.5 m² por parcela experimental. Cada parcela constó de 5 surcos de 5 m de largo por 0.7 m de ancho.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos evaluados en el experimento fueron los siguientes (Cuadro 1):

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de las enfermedades radicales del haba (*Vicia faba* L.) en Chapingo, México. 1995 y 1996.

No. TRATAMIENTOS.	DOSIS APLICADA A LA UNIDAD EXPERIMENTAL
1. Paja de alfalfa (PA).	3 Ton./ha.
2. Paja de cebada (PC).	3 Ton./ha.
3. Quintoceno (Pentaclor).	20 kg/ha.
4. Benomyl. (Benlate).	1 g./l. de agua.
5. Solarización (Polietileno transparente).	17.5 m ² / u.e.
6. PA+Quintoceno.	3 Ton./ha.+20 kg/ha.
7. PA+Benomyl.	3 Ton./ha.+1 g./l. de agua.
8. PA+Solarización.	3 Ton./ha.+17.5 m ² /u.e.
9. PC+Quintoceno.	3 Ton./ha.+20 kg/ha.
10. PC+Benomyl.	3 Ton./ha.+1 g./l. de agua.
11. PC+Solarización.	3. Ton./ha.+17.5 m ² /u.e.
12. Quintoceno+Solarización.	20 kg/ha.+17.5 m ² /u.e.
13. Benomyl+Solarización	1 g./l. de agua+17.5 m ² /u.e.
14. PA+Quintoceno+Solarización	3 Ton./ha+20 kg/ha.+17.5 m ² /u.e.
15. PA+Benomyl+Solarización.	3 Ton./ha.+1 g./l. de agua+17.5 m ² /u.e.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	3 Ton./ha+20 kg/ha.+17.5 m ² /u.e.
17. PC+Benomyl+Solarización.	3.Ton./ha.+1 g./l. de agua.+17.5 m ² /u.e.
18. TESTIGO.	Sin aplicar.

3.6. Aplicación de los tratamientos

3.6.1. Aplicación de las pajas

Teniendo ya preparado el suelo, la paja de alfalfa y de cebada se incorporaron manualmente con azadón en cada parcela correspondiente, a la dosis ya mencionada; esto se realizó treinta días antes de la siembra, para el ciclo de cultivo primavera-verano de 1995; y cuarenta y ocho días antes de la siembra, para el ciclo primavera-verano de 1996.

3.6.2. Colocación del Polietileno transparente

Para la solarización se utilizó polietileno transparente, su colocación fue manual cubriendo las camas de los surcos de cada parcela que se asignó con este tratamiento, para el primer ensayo se colocó el polietileno a los veinte y seis días antes de la siembra; y cuarenta y seis días antes para el segundo ensayo.

3.6.3. Aplicación de los fungicidas

Los fungicidas Quintoceno P.H. 75% y Benomyl P.H. 50% se aplicaron a la dosis ya mencionada para cada uno de ellos, haciendo uso de una aspersora manual de mochila. La aplicación se realizó una sola vez al momento de la siembra, asperjando al fondo del surco, teniendo un gasto de 857 l./ha.

Cabe mencionar que los tratamientos tanto en el primer ensayo como en el segundo fueron aplicados a la misma dosis y en el mismo sitio por dos veces consecutivas. Esto con la finalidad de tener menor grado de error e información más precisa que nos ayudara en un momento dado a implementar las medidas necesarias para disminuir los daños causados por este grupo de patógenos al cultivo del haba.

3.7. Manejo del cultivo

3.7.1. Primer ensayo

La siembra se realizó el 13 de julio de 1995, colocando 2 semillas por mata a una distancia de 50 cm entre las mismas; teniendo una densidad de plantación de 57, 143 plantas/ha. La fertilización se realizó utilizando la formula 50-50-00; distribuyéndose de

la siguiente forma: todo el fósforo y la mitad de nitrógeno al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno a los 30 días después de la siembra. La emergencia de las plántulas se observó a los 15 días después de la siembra.

Para el control de la maleza se realizó una aplicación del herbicida simazina a dosis de 3.0 Kg./ha. a los cinco días después de la siembra, en pre-emergencia. Este herbicida pertenece al grupo de las triazinas, tiene un prolongado efecto residual de 3 a 6 meses según el tipo de suelo y clima, y actúa inhibiendo la reacción de Hill y el proceso de la fotosíntesis, actúa principalmente por absorción a través de la raíz (Anónimo, 1996).

El polietileno se quitó el 12 de septiembre de 1995, a los 87 días después de su colocación y a los 61 días después de la siembra, posteriormente para evitar el acame de las plantas se realizó un aporque un día después. A los 30 días después se realizó un deshierbe manual para eliminar la maleza que se desarrolló. En cuanto a los riegos estos fueron cuatro, el primero fue a los 10 días después de la siembra, el segundo a los 30 días después del primer riego, el tercer riego a los 29 días después del segundo riego y el cuarto riego fue a los 30 días después del tercero.

En cuanto a las plagas insectiles, éstas no fueron importantes por lo que no se realizó ninguna aplicación de algún insecticida, sin embargo, para la roya (*Uromyces*

fabae), fue necesaria la aplicación de el fungicida Tebuconazol, a mediados del mes de septiembre. Con esta aplicación también se controló los inicios de la mancha de chocolate (*Botrytis fabae*) y la mancha del follaje (*Alternaria sp.*).

Otro fenómeno que se presentó durante el ciclo de cultivo fue la presencia de una helada durante el comienzo de la formación de las vainas que quemó las inflorescencias y las vainas que sólo tenían 1.5 cm de longitud, por lo que el rendimiento fue seriamente afectado y no se tomó en cuenta como parámetro a evaluar.

3.7.2. Segundo ensayo

La siembra se realizó el 25 de abril de 1996, colocando 2 semillas por mata a una distancia de 50 cm entre ellas, dando una densidad de 57, 143 plantas/ha. La fertilización se realizó aplicando la mitad de nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno al mes de la siembra, la fórmula utilizada fue 50-50-00. La emergencia de las plántulas fue a los 14 días después de la siembra.

Para el control de las malezas se realizó una aplicación del herbicida simazina a dosis de 3.0 Kg./ha a los 5 días después de la siembra, en pre-emergencia.

El polietileno se quitó el 6 de junio de 1996, a los 89 días después de su colocación y a los 42 días después de la siembra. Posteriormente, el aporque se realizó a los 64 días después de la siembra para evitar el acame de las plantas y luego se realizó un deshierbe a los 40 días para eliminar las malezas que escaparon al herbicida.

En cuanto a los riegos éstos fueron cinco, el primero fue a los 15 días antes de la siembra, el segundo riego a los 11 días después de la siembra (DDS), el tercero a los 24 días después del segundo riego, el cuarto a los 36 días después del tercero y el quinto a los 35 días después del cuarto riego.

En cuanto a las plagas insectiles, se realizó una aplicación de paratión metílico, para controlar la infestación del frailecillo (*Macroductylus sp*) que se presentó significativamente a finales del mes de junio de 1996; posteriormente se realizó una segunda aplicación de paratión metílico el 2 de julio para controlar las infestaciones del pulgón negro del haba (*Aphis fabae* Scop.) que se presentó en cantidades importantes. Con estas aplicaciones también se controlaron otras plagas que se presentaron con menor importancia como diabroticas, gusanos trozadores y chicharritas.

En cuanto a las enfermedades se realizó una aplicación de Tebuconazol para controlar *Uromyces fabae* causante de la roya del haba. Al igual que en el primer ensayo,

con esta aplicación del fungicida se controlaron los síntomas iniciales de la mancha de chocolate (*Botrytis fabae* Sard.) y la mancha del follaje (*Alternaria sp.*)

Finalmente se realizó la cosecha, a partir del 15 al 31 del mes de octubre de 1996. El rendimiento fue un parámetro muy importante para evaluar la efectividad de cada uno de los tratamientos, esta actividad se realizó manualmente cosechando la vaina seca de cada parcela, se colocó por separado por cada tratamiento y por bloque en bolsas, posteriormente se procedió a desgranar la vaina, se limpió el grano y finalmente se pesó para obtener el rendimiento de cada una de las parcelas por cada uno de los tratamientos incluyendo al testigo en cada bloque.

3.8. Aislamiento e identificación del patógeno

Una vez que aparecieron los síntomas distintivos de los hongos de la rizósfera del haba, se procedió a la recolección de las mismas en bolsas de plástico; posteriormente ya en el laboratorio, se lavaron al chorro del agua la parte de la zona del cuello de la planta y las raíces hasta eliminar la tierra de la superficie. Posteriormente de la zona de avance de la enfermedad, se cortaron pequeños trozos de 0.5 cm de largo; se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1 % durante un minuto, luego se lavaron con agua destilada por dos minutos. Enseguida los trozos del material vegetal se pusieron a secar en un papel

filtro. Después se sembraron cinco trocitos de material vegetal por cada caja de Petri en medio de cultivo PDA. Todo lo anterior se realizó en el área de la flama del mechero y bajo condiciones de asepsia, con la finalidad de evitar contaminaciones.

Para poder identificar a los patógenos obtenidos en los diferentes aislamientos se realizaron observaciones al microscopio de las diferentes fases de desarrollo del hongo y sus estructuras reproductivas puestas en portaobjetos con lactofenol. Se observó la sintomatología que presentaron los hospedantes y por comparación morfológica de estructuras fructíferas y esporas descritas en claves y monografías, así como características de aislamientos se identificó al patógeno causante de la enfermedad. Para su determinación a género se usaron las claves de Barnett y Hunter (1972).

3.9. Evaluaciones

Desde la emergencia de las plantas se llevó a cabo un registro de la población, el cual se dió por terminado cuando las vainas llegaron a su madurez fisiológica.

Se efectuaron un total de tres evaluaciones para obtener el grado de infección en la raíz causado por el hongo *Rhizoctonia solani* y en el cultivo de haba. La primera evaluación se realizó en etapa de plántula, la segunda en pleno desarrollo a inicios de la

floración y la tercera en la etapa de madurez. Para esto en cada muestreo se extrajeron 5 plantas por parcela.

Para evaluar el grado de infección de la enfermedad en la raíz se utilizó la siguiente escala propuesta para el cultivo del haba (*Vicia faba* L.).

Cuadro 2. Escala para evaluar el grado de infección en raíz causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo del haba.

INDICE	DESCRIPCION
0	* Raíz sana.
1	* < de 2% de daño en la raíz.
2	* De 2 a 10% de daño en la raíz.
3	* De 11 a 30% de daño en la raíz.
4	* De 31 a 50% de daño en la raíz.
5	* Más de 50 % de daño en la raíz.
6	* Planta muerta.

El muestreo en la fase de campo se realizó al azar ubicando las plantas muestreadas según su nivel de daño dentro de la escala de evaluación.

3.10. Análisis de datos

De los índices de daño obtenidos, se procedió a determinar el porcentaje de infección mediante la formula de Townsen y Heuberger (T y H) (Unterstenhofer, 1976), que a continuación se muestra.

$$P = \frac{\sum (n * v)}{\text{Categoría Mayor} * N} * 100$$

Donde:

P = % de infección.

n = número de raíces en cada categoría.

v = valor numérico de cada categoría.

N = Número total de raíces en la muestra.

A partir de los datos del porcentaje de infección se procedió a calcular la eficacia de los tratamientos con respecto al testigo con la ayuda de la formula de Abbott (Unterstenhofer, 1976).

$$\% \text{ Ef} = \frac{IT - it}{IT} * 100$$

Donde:

% Ef = Porciento de eficacia.

IT = Media del porcentaje de infección en el testigo.

it = Media del porcentaje de infección en el tratamiento.

Posteriormente, a los datos del porcentaje de infección de cada tratamiento se les practicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de comparación de medias con 0.05 % de significancia, para cada evaluación y en forma global para el total de las evaluaciones; y se realizó una correlación entre el porcentaje de infección y el rendimiento, con la ayuda del paquete estadístico SAS

Otros parámetros que se tomaron en cuenta para su evaluación en campo fueron los siguientes:

1).- Número de plantas germinadas (emergidas): Lo cual se realizó contando el total de las plantas presentes en cada parcela.

2).- Número de plantas muertas: Esta actividad consistió en contabilizar el número de plantas con síntomas de la enfermedad, lo cual se realizó en estado de plántula, floración y en la maduración del cultivo. Es importante indicar que el conteo fue de manera acumulada.

3).- Altura de planta: Este registro se realizó en tres ocasiones; en estado de plántula, en floración y en la maduración del cultivo, tomando 10 plantas por parcela, siendo en total 40 plantas por tratamiento.

4).- Número de vainas por planta: Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha, considerando para esto 10 plantas por parcela en cada repetición.

5).- Rendimiento: Este es un parametro muy importante para evaluar la efectividad de cada uno de los tratamientos y el objetivo que todo productor persigue el obtener la mayor producción. Se midió el peso seco del grano de cada una de las parcelas por cada uno de los tratamientos, incluyendo al testigo.

Es importante mencionar que éste parámetro fue determinado únicamente en el segundo ensayo, debido a que en el primero la formación de vainas fue seriamente afectado por la presencia de una helada que daño completamente a las vainas y flores presentes, que posteriormente darían origen a nuevas vainas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Identificación del hongo patógeno

En ambos casos se encontraron plantas con síntomas bien definidos. A partir de los 4 días después de la emergencia de las plantas, algunas de éstas comenzaron a presentar lesiones secas de color café en la base del tallo, mostrando una constricción o ahogamiento de la planta. En las raíces se observaron daños similares, además de que se tornaban de un color rojizo; inclusive en plantas que aún no emergían se observó una pudrición café rojiza a oscura en el meristemo apical, por lo que algunas plantas no alcanzaron a emerger, esto coincide con lo expuesto por Romero (1988) que menciona que las plántulas pueden morir por *Rhizoctonia* antes de emerger del suelo (ahogamiento preemergente) debido a la destrucción del meristemo apical. Si las plántulas logran emerger, entonces el ataque es a la base de tallo, donde tiene lugar una pudrición húmeda que provoca que las plántulas caigan y mueran; la lesión siempre es hundida y muestra varios tonos de color ante, café o más comúnmente café rojizo (ahogamiento postemergente).

La cancrrosis del tallo y pudrición de la raíz se presentan en plantas adultas. En éstas, justamente abajo 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. Como resultado, las plantas experimentan un debilitamiento general, amarillamiento del follaje y algunas veces hasta la muerte.

Durante el día las plantas afectadas mostraron síntomas de marchitez, además de que su altura era de un porte menor a las de las plantas sanas. De las plantas colectadas con ésta sintomatología, de la zona de avance de la enfermedad se sembraron trocitos de tejido en medio de cultivo PDA y una vez purificado el hongo se hicieron preparaciones para la identificación del mismo.

El patógeno presentaba micelio septado y ramificado, con las ramas saliendo aproximadamente en ángulo recto y una septa aproximadamente a diez micras de la unión, el cual era de color café. Estas características coinciden con las reportadas por Romero (1988) y Barnett y Hunter (1972) para el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn.

4.2. Primer ensayo

4.2 1. Evaluación del porcentaje de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn

4.2.1.1. Primera evaluación

El análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* de esta primera evaluación en el estado de plántula, 30 días después de la siembra (DDS) (Cuadro 1 del Apéndice) muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que a esta evaluación se le practicó la prueba de Tukey de comparación de medias (Cuadro 3) la cual señala que los mejores fueron los tratamientos 16 (Paja de cebada+Qintoceno+Solarización) con 25 % de infección y 61.04 % de eficacia, seguido por el tratamiento 9 (Paja de cebada+Qintoceno) y el tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con 29.17 % de infección y un 54.54 % de eficacia y un 30.83 % de infección y un 51.96 % de eficacia, respectivamente. Los tratamientos 12 (Qintoceno+Solarización) y 10 (Paja de cebada+Benomyl) se encuentran en cuarto y quinto lugar, el primero con 31.67 % de infección y 50.65 % de eficacia, y el segundo con un 48.06 % de eficacia. Seguido por los tratamientos 3 (Qintoceno) y 4 (Benomyl), que se encuentran como tratamientos intermedios superiores a los que involucran a la paja de alfalfa; sin embargo, destaca el tratamiento Paja de cebada+Qintoceno+Solarización.

Es evidente en el Cuadro anterior que, los tratamientos que involucran a la paja de alfalfa sufrieron un aumento en el porcentaje de infección, así como una disminución en su eficacia, siendo el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) y el 8 (Paja de alfalfa+Solarización) los peores tratamientos con 62.50 % de infección y 2.60 % de eficacia para el primero y 59.17 % de infección y 7.79 % de eficacia para el segundo.

Cuadro 3. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Medias del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	25.00	A *	61.04
9. PC+Quintoceno.	29.17	AB	54.54
17. PC+Benomyl+Solarización.	30.83	AB	51.96
12. Quintoceno+Solarización.	31.67	AB	50.65
10. PC+Benomyl.	33.33	ABC	48.06
3. Quintoceno.	33.34	ABC	48.04
4. Benomyl.	34.17	ABC	46.75
13. Benomyl+Solarización.	35.00	ABC	45.46
14. PA+Quintoceno+Solarización.	39.17	ABCD	38.96
15. PA+Benomyl+Solarización.	40.00	BCD	37.67
6. PA+Quintoceno.	40.83	BCD	36.37
7. PA+Benomyl.	41.67	BCD	35.06
11. PC+Solarización.	47.50	CDE	25.98
5. Solarización.	50.00	DEF	22.08
2. Paja de cabada (PC).	50.84	DEF	20.77
8. PA+Solarización.	59.17	EF	7.79
1. Paja de alfalfa (PA).	62.50	F	2.60
18. TESTIGO.	64.17	F	

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

Estos resultados concuerdan con lo que mencionan Snyder *et al.* (1959), quienes demostraron que la infección de *Rhizoctonia solani* fue reducida por la incorporación de paja de trigo y rastrojo de maíz, en contraste con los residuos de alfalfa y de soya que incrementan su incidencia.

4.2.1.2. Segunda evaluación

El análisis de varianza de la segunda evaluación (Cuadro 2 del Apéndice) 80 días después de la siembra, muestra diferencias significativas entre tratamientos y, la prueba de Tukey (Cuadro 4) ubica al tratamiento 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) con 36.67 % de infección y 47.61 % de eficacia, seguido del tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con 37.50 % de infección y 46.43 % de eficacia, como los mejores tratamientos; sin embargo, la eficacia mostrada es baja.

Los tratamientos 9 (Paja de cebada+Quintoceno) y 10 (Paja de cebada+Benomyl) se encuentran en tercero y cuarto lugar cada uno con 39.17 % y 40.84% de infección, y 44.04 % y 4.66 % de eficacia, respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticas con los tratamientos anteriores se encuentran los tratamientos 15, 12, 3, 4 y 14.

Los tratamientos con fungicidas mas la paja de alfalfa, resultaron como en la evaluación anterior con un incremento en la incidencia de la enfermedad, así como en

los demás tratamientos en los que se incorporó la paja de alfalfa. En esta evaluación el tratamiento menos eficiente que presentó una infección igual al testigo fue el 1 (Paja de alfalfa) con un 70.00 % de infección, seguido del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización) con 64.17 % de infección y sólo un 8.33 % de eficacia.

Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México.1995.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	36.67	A *	47.61
17. PC+Benomyl+Solarización.	37.50	A	46.43
9. PC+Quintoceno.	39.17	AB	44.04
10. PC+Benomyl.	40.84	AB	41.66
15. PA+Benomyl+Solarización.	40.84	AB	41.66
12. Quintoceno+Solarización.	41.67	AB	40.47
13. Benomyl+Solarización.	41.67	AB	40.47
3. Quintoceno.	42.50	AB	39.29
4. Benomyl.	42.50	AB	39.29
14. PA+Quintoceno+Solarización.	43.33	AB	38.10
6. PA+Quintoceno	47.50	BC	32.14
7. PA+Benomyl.	47.50	BC	32.14
11. PC+Solarización.	55.83	CD	20.24
5. Solarización.	57.50	D	17.86
2. Paja de cabada (PC):	59.17	D	15.47
8. Paja de alfalfa+Solarización.	64.17	DE	8.33
18. TESTIGO.	70.00	E	
1. Paja de alfalfa (PA).	70.00	E	

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

El tratamiento 5 (Solarización) presenta una eficacia en el control de *Rhizoctonia* tan sólo de 17.86 % y con 57.50 % de infección, esto probablemente se deba a que no se presenta en ese periodo de solarización gran intensidad de radiación solar, ya que en ésta

zona de los Valles Altos de México no hay gran cantidad de radiación solar a comparación con el norte del país, donde ahí la solarización sería un método de control más eficaz.

Ramírez (1992) aclara que la efectividad de la solarización del suelo para controlar patógenos en diferentes cultivos bajo varias condiciones climáticas debe investigarse en cada región para verificar resultados obtenidos en otros países y para valorar la reproductividad de esta técnica. Esto es especialmente importante cuando se trata de un método el cual depende del clima.

4.2.1.3. Tercera evaluación

El análisis de varianza de esta tercera evaluación 110 DDS (Cuadro 3 del Apéndice) muestra diferencias significativas entre tratamiento, y la prueba de Tukey (Cuadro 5) indica que los mejores tratamientos fueron el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) ambos con 55.00 % de infección y 25.85 % de eficacia.

Los tratamientos 10 (Paja de cebada+Benomyl) con 56.67 % de infección y 23.59 % de eficacia y los tratamientos 9 (Paja de cebada+Quintoceno) y 12 (Quintoceno+Solarización) ambos con 60.84 % de infección y 17.97 % de eficacia

siendo los dos últimos tratamientos 7.88 % menos eficaces con respecto al mejor tratamiento.

Cuadro 5. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	55.00	A *	25.85
17. PC+Benomyl+Solarización.	55.00	A	25.85
10. PC+Benomyl.	56.67	AB	23.59
9. PC+Quintoceno.	60.84	ABC	17.97
12. Quintoceno+Solarización.	60.84	ABC	17.97
13. Benomyl+Solarización.	61.67	ABCD	16.85
14. PA+Quintoceno+Solarización.	61.67	ABCD	16.85
6. PA+Quintoceno.	62.50	ABCDE	15.73
15. PA+Benomyl+Solarización.	62.50	ABCDE	15.73
3. Quintoceno.	63.33	ABCDE	14.62
4. Benomyl.	63.34	ABCDE	14.60
7. PA+Benomyl.	64.17	BCDE	13.48
11. PC+Solarización.	69.17	CDEF	6.74
2. Paja de cebada (PC).	69.17	CDEF	6.74
5. Solarización.	70.00	DEF	5.62
8. PA+Solarización.	70.83	EF	4.50
18. TESTIGO.	74.17	F	
1 Paja de alfalfa (PA).	76.67	F	

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

En esta última evaluación se observó que los tratamientos en que además de los fungicidas y/o la solarización se incorporó paja de alfalfa, obtuvieron una mejoría en el control de la enfermedad, esto debido probablemente a que las plantas en estado adulto son menos susceptibles al ataque del patógeno, aunado a esto que los residuos de paja de

alfalfa están totalmente descompuestos por lo que los microorganismos del suelo se encuentran en un mejor balance. Sin embargo, cabe mencionar que la paja de alfalfa por si sola fue el peor tratamiento inclusive con mayor infección que el testigo seguido del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización).

4.2.1.4. Análisis general de las tres evaluaciones

Al resumir la información de las tres evaluaciones del porcentaje de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de haba encontramos que el análisis de varianza practicado (Cuadro 4 del Apéndice) muestra diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de Tukey (Cuadro 6) indica que los tratamientos que mejor controlaron la pudrición del cuello y raíz causado por *Rhizoctonia solani* Kühn fueron los tratamientos 16 (Paja de cabada + Quintoceno + Solarización) y 17 (Paja de cebada + Benomyl + Solarización) con porcentajes promedios de infección de 38.89 % y 41.11 %, respectivamente; como se observa en la Fig. 1 y porcentajes promedios de eficacia de 43.99 % y 40.80 %, respectivamente (Fig. 2).

En lo que respecta a los tratamientos 9 (Paja de cebada+Quintoceno) y 10 (Paja de cebada+Benomyl) éstos ejercen un menor control de la enfermedad, teniendo un porcentaje de infección de 43.06 % y 43.61 %, y una eficacia de 37.99 % y 37.20 %, respectivamente.

respectivamente. Sin embargo, la diferencia con los mejores tratamientos son sólo numéricas y no estadísticas.

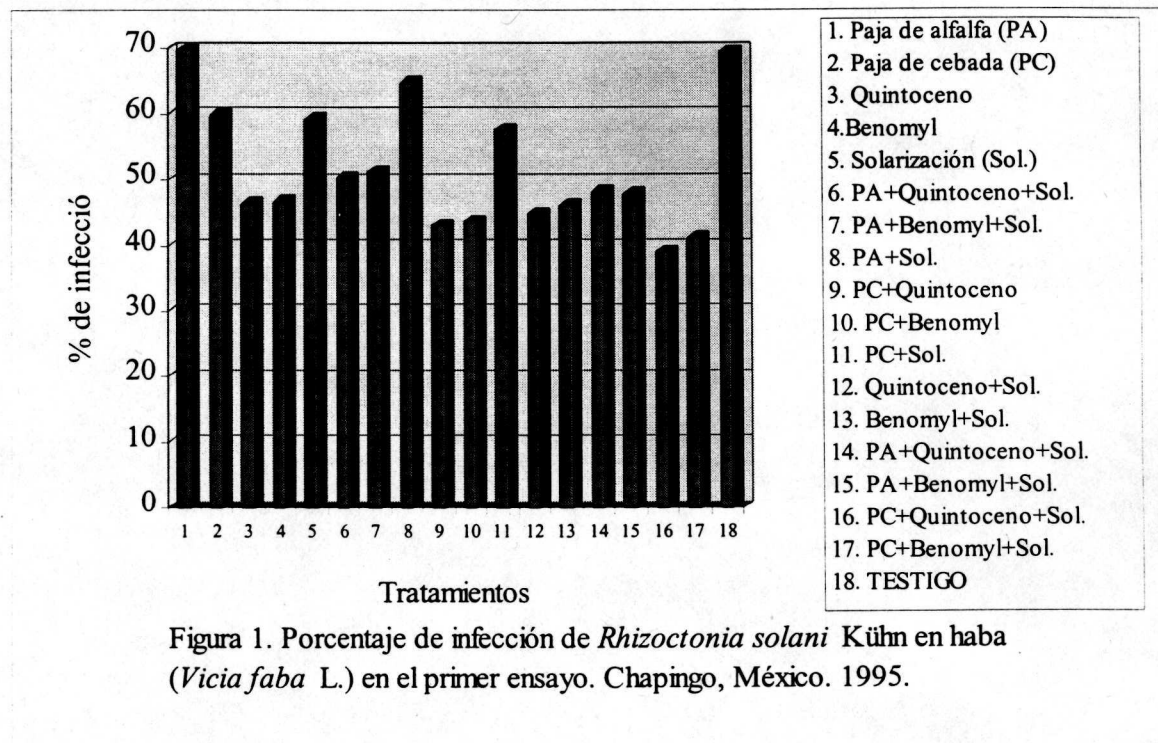
Cuadro 6. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de las tres evaluaciones en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	38.89	A*	43.99
17. PC+Benomyl+Solarización.	41.11	A	40.80
9. PC+Quintoceno.	43.06	AB	37.99
10. PC+Benomyl.	43.61	ABC	37.20
12. Quintoceno+Solarización.	44.72	ABCD	35.60
13. Benomyl+Solarización.	46.11	ABCD	33.60
3. Quintoceno.	46.39	ABCD	33.19
4. Benomyl.	46.67	ABCD	32.79
15. PA+Benomyl+Solarización.	47.78	ABCD	31.19
14. PA+Quintoceno+Solarización.	48.06	ABCD	30.79
6. PA+Quintoceno.	50.28	ABCDE	27.59
7. PA+Benomyl.	51.11	ABCDE	26.40
11. PC+Solarización.	57.50	BCDEF	17.19
5. Solarización.	59.17	CDEF	14.79
2. Paja de cebada (PC).	59.72	DEF	14.00
8. PA+Solarización.	64.72	EF	6.80
18. TESTIGO.	69.44	F	
1. Paja de alfalfa (PA).	69.72	F	

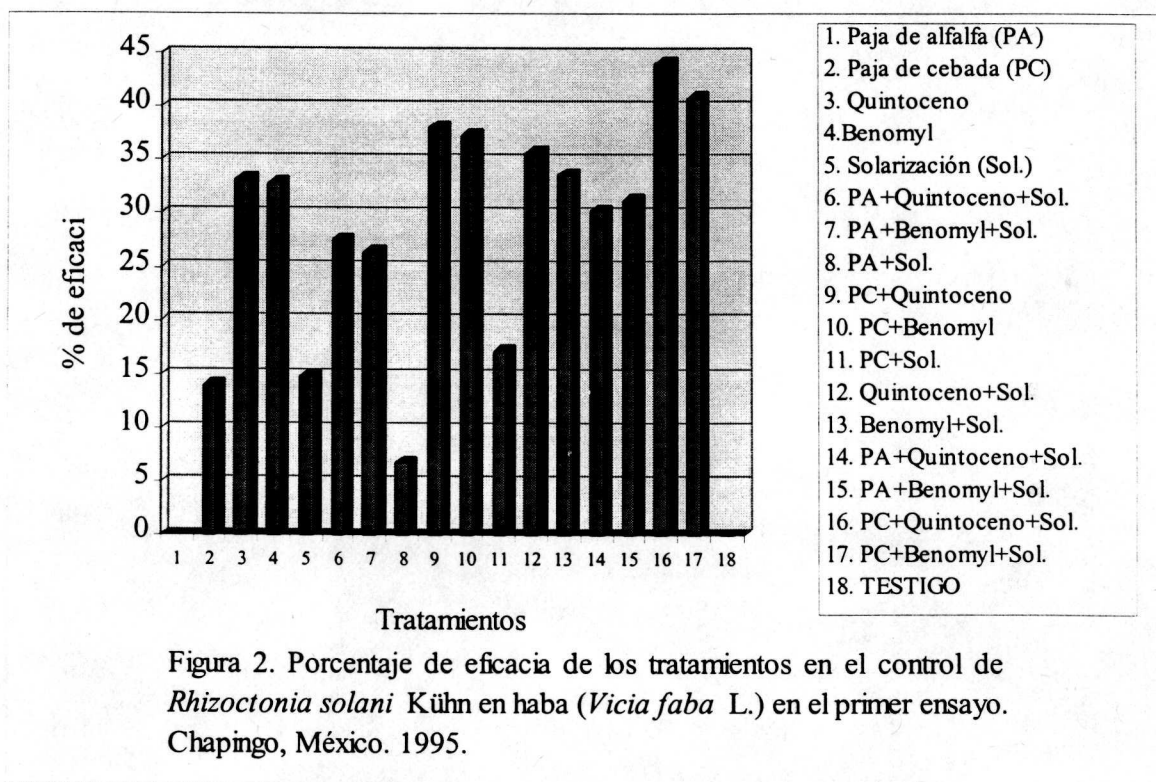
* Todos los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Los siguientes ocho tratamientos se encuentran en un grupo intermedio en cuanto al control de la enfermedad comparándolos con los mejores tratamientos. Finalmente se encuentran los tratamientos con paja y/o solarización, sin involucrar a los fungicidas, siendo la paja de alfalfa el peor de los tratamientos, ya que tuvo una media de infección durante todo el ciclo de 69.72 % inclusive mayor al testigo; seguido del tratamiento 8

(Paja de alfalfa+Solarización) con 64.72 % de infección y sólo 6.8 % de eficacia en el control del patógeno.



Al término de las evaluaciones éstas coincidieron con lo que mencionan Snyder *et al.* (1959) los cuales demostraron que la infección de *Rhizoctonia solani* fue reducida por la incorporación de paja de trigo y rastrojo de maíz, en contraste con los residuos de alfalfa y de soja que incrementaron su incidencia.



4.2.2. Evaluación del número de plantas emergidas (Densidad poblacional)

El análisis de varianza (Cuadro 5 del Apéndice) con respecto al efecto de los tratamientos sobre la emergencia de la planta muestra que existen diferencias

significativas entre tratamientos por lo que la prueba de Tukey (Cuadro 7) indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, a excepción de la paja de alfalfa y el testigo, los cuales obtuvieron el menor número de plantas emergidas.

El tratamiento que presentó la mayor emergencia de plántulas de haba fue el tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con 94.75 plantas y una densidad poblacional de 54,143 plantas/ha, seguido y, sin mostrar diferencias significativas los tratamientos 10 (Paja de cebada+Benomyl) y 9 (Paja de cebada+Quintoceno) ambos con 94.50 plantas y una densidad poblacional de 54,000 plantas/ha.

Una característica importante de los tratamientos anteriores es que los tres incluyen la paja de cebada la cual probablemente contribuyó a la disminución de la infección por *Rhizoctonia solani* al favorecer el desarrollo de antagonistas aunado esto al efecto de los fungicidas aplicados; las pajas proporcionan beneficios para la germinación de la semilla, conserva la humedad del suelo, reduce la erosión, además de que son importantes en la conservación de la fertilidad del suelo y proporciona energía para los microorganismos, en este caso antagónicos (Alexander, 1977). Un aspecto interesante es el que afirma Baker y Cook (1974) en el sentido de que el papel de los residuos vegetales consiste en la estimulación de microorganismos antagónicos a los fitopatógenos.

Los demás tratamientos se comportaron de manera similar con respecto a ésta variable, siendo estadísticamente iguales a los tratamientos anteriores, es importante recalcar que los tratamientos más bajos en cuanto al porcentaje de emergencia son aquellos que involucran la paja de alfalfa, como se aprecia en la figura 3.

Cuadro 7. Comparación de medias del número de plántulas de haba emergidas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Media del No. de plantas emergidas.	Comparación Tukey (0.05)	Plantas/ha.
17. PC+Benomyl+Solarización.	94.75	A *	54,143
10. PC+Benomyl.	94.50	A	54,000
9. PC+Quintoceno.	94.50	A	54,000
12. Quintoceno+Solarización.	94.25	A	53,857
5. Solarización.	94.25	A	53,857
13. Benomyl+Solarización.	94.25	A	53,857
16. PC+Quintoceno+Solarización.	94.00	A	53,714
4. Benomyl.	94.00	A	53,714
11. PC+Solarización.	94.00	A	53,714
2. Paja de cebada (PC).	93.75	A	53,571
3. Quintoceno.	93.75	A	53,571
15. PA+Benomyl+Solarización.	93.50	A	53,429
14. PA+Quintoceno+Solarización.	93.00	A	53,143
6. PA+Quintoceno.	92.25	A	52,714
8. PA+Solarización.	92.25	A	52,714
7. PA+Benomyl.	92.00	A	52,571
1. Paja de alfalfa (PA).	89.00	B	50,857
18. TESTIGO.	87.50	B	50,000

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

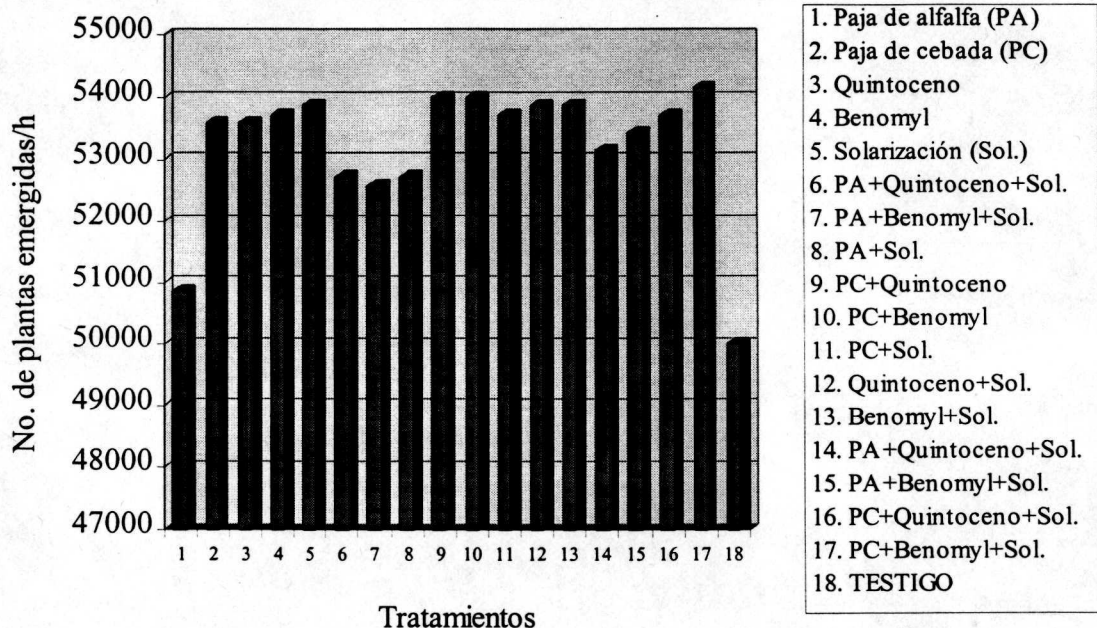


Figura 3. Número de plantas de haba (*Vicia faba* L.) emergidas/ha. en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

4.2.3. Evaluación del número de plantas muertas

4.2.3.1. Primera evaluación

El análisis de varianza de la primera evaluación indica que existen diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 6 del Apéndice); esto mismo se refleja en la prueba de Tukey (Cuadro 8) donde los tratamientos 12 (Quintoceno+Solarización) y 13 (Benomyl+Solarización) son los que presentan el menor número de plantas muertas con

sólo 0.75 plantas; seguido de los demás tratamientos sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, a excepción del testigo y del tratamiento 1 (Paja de alfalfa) que presenta diferencias estadísticas con los demás tratamientos obteniendo una media de 8.5 plantas muertas, siendo mayor que el testigo.

Cuadro 8. Comparación de medias del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Medias del No. de plantas muertas.	Comparación Tukey (0.05).
12. Quintoceno+Solarización.	0.75	A*
13. Benomyl+Solarización.	0.75	A
16. PC+Quintoceno+Solarización.	1.00	A
3. Quintoceno.	1.00	A
4. Benomyl.	1.00	A
17. PC+Benomyl+Solarización.	1.00	A
9. PC+Quintoceno.	1.25	A
2. Paja de cebada (PC).	1.50	A
10. PC+Benomyl.	1.50	A
11. PC+Solarización.	1.50	A
5. Solarización.	1.75	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	2.00	A
15. PA+Benomyl+Solarización.	2.00	A
6. PA+Quintoceno.	2.25	A
7. PA+Benomyl.	2.25	A
8. PA+Solarización.	2.25	A
18. TESTIGO.	8.25	B
1. Paja de alfalfa (PA).	8.50	B

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

Estos resultados son apoyados por Snyder *et al* (1959) quienes demostraron que los residuos de alfalfa aumentan la incidencia de *Rhizoctonia*, hongo que fue detectado en el presente ensayo.

Romero (1988) menciona que *Rhizoctonia* además de provocar la muerte de plántulas antes de emerger del suelo, ataca al cuello causando una pudrición húmeda que provoca que las plántulas caigan y mueran (ahogamiento postemergente).

4.2.3.2. Segunda evaluación

Para esta segunda evaluación en el estado floración de la planta, se detectan diferencias significativas entre tratamientos, lo cual se refleja en el análisis de varianza (Cuadro 7 del Apéndice) y, la prueba de Tukey (Cuadro 9) muestra que el tratamiento 12 (Quintoceno+Solarización) y el 13 (Benomyl+Solarización) fueron los mejores tratamientos ambos con sólo 1.50 plantas muertas. En cambio los tratamientos con paja de alfalfa son los tratamientos que presentan el mayor número de plantas muertas, siendo el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) el peor con una media de 10.5 plantas muertas, muy similar al testigo el cual presentó una media de 12.25 plantas muertas en esta evaluación.

Cuadro 9. Comparación de medias del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Medias del No. de plantas muertas.	Comparación Tukey (0.05).
12. Quintoceno+Solarización.	1.50	A*
13. Benomyl+Solarización.	1.50	A
16. PC+Quintoceno+Solarización.	2.00	A
3. Quintoceno.	2.00	A
4. Benomyl.	2.00	A
17. PC+Benomyl+Solarización.	2.00	A
9. PC+Quintoceno.	2.50	A
2. Paja de cebada (PC).	3.00	A
10. PC+Benomyl.	3.00	A
11. PC+Solarización.	3.00	A
5. Solarización.	3.25	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	3.50	A
15. PA+Benomyl+Solarización.	3.50	A
6. PA+Quintoceno.	3.75	A
7. PA+Benomyl.	3.75	A
8. PA+Solarización.	4.25	A
1. Paja de alfalfa (PA).	10.50	B
18. TESTIGO.	12.25	B

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

4.2.3.3. Tercera evaluación

En esta tercera evaluación, que incluye al número de plantas muertas acumuladas durante todo el ciclo, el análisis de varianza muestra diferencias significativas entre

tratamientos (Cuadro 8 del Apéndice), de igual forma, al realizar la prueba de Tukey (Cuadro 10) se observa que los mejores tratamientos para esta variable fueron el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización), el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización), el 12 (Quintoceno+Solarización) y el 13 (Benomyl+Solarización) con solamente una media de 2.5 plantas muertas. Los demás tratamientos presentan mayor número de plantas muertas, sin embargo, no son estadísticamente diferentes a los mejores tratamientos, a excepción del tratamiento 1 (Paja de alfalfa) con una media de plantas muertas acumuladas durante todo el ciclo de 11.25, siendo el peor tratamiento. En un grupo aparte se encuentra el testigo con una media de 14.5 plantas muertas.

El comportamiento de esta variable al final del ensayo refleja que, a diferencia de los tratamientos con paja de alfalfa, los que involucran la paja de cebada, tienen una mejor respuesta. Esto probablemente debido a que la paja de cebada ayuda a incrementar los organismos antagónicos a *Rhizoctonia*; y aunado a ésta la combinación de la aplicación de los fungicidas y la solarización, se incrementa su acción para tener una mayor eficacia en el control de este patógeno, reflejándose esto en un menor número de plantas muertas, como lo observamos en la figura 4.

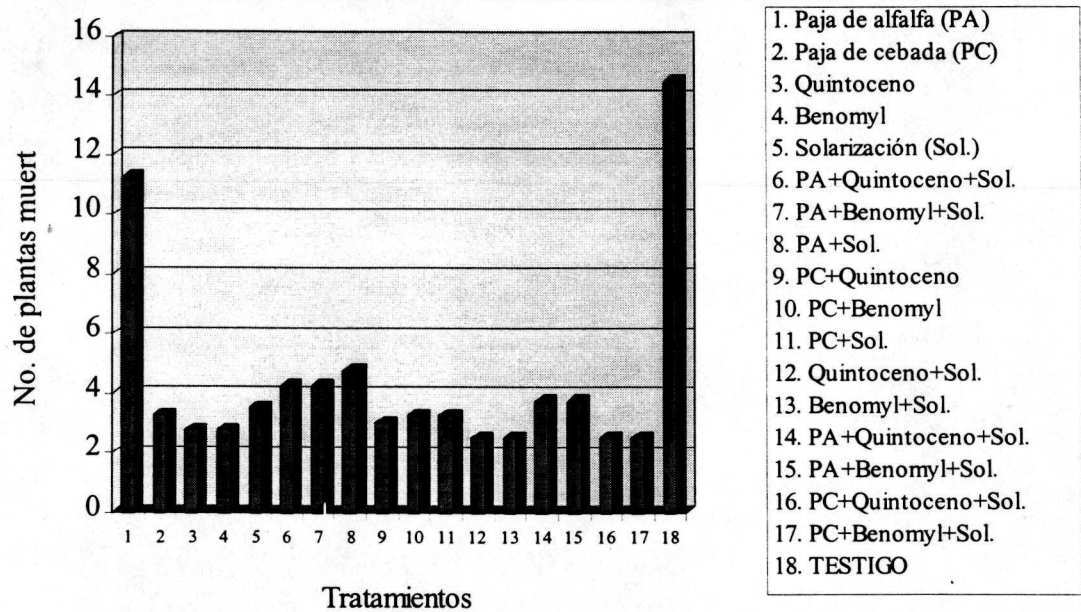


Figura 4. Número total de plantas de haba (*Vicia faba* L.) muertas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

4.2.4. Evaluación de la altura de planta

4.2.4.1. Primera evaluación

El análisis de varianza para la variable altura de planta en esta primera evaluación 30 días después de la siembra (Cuadro 9 del Apéndice) indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos, y la prueba de Tukey de comparación de medias (Cuadro 11) muestra que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 11. Comparación de medias de la altura de planta de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos	Medias de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	22.50	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	20.58	A
12. Quintoceno+Solarización.	19.95	A
10. PC+Benomyl.	19.78	A
3. Quintoceno.	19.33	A
13. Benomyl+Solarización.	19.30	A
9. PC+Quintoceno.	19.25	A
4. Benomyl.	19.05	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	18.75	A
15. PA+Benomyl+Solarización.	18.35	A
11. PC+Solarización.	17.83	A
6. PA+Quintoceno.	17.80	A
7. PA+Benomyl.	17.78	A
2. Paja de cebada (PC).	17.70	A
5. Solarización.	17.03	A
8. PA+Solarización.	16.20	A
18. TESTEGO.	15.90	A
1. Paja de alfalfa (PA).	15.80	A

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

Así tenemos que los tratamientos que destacan con una mayor altura son el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) con una media de altura de 22.50 cm y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con una media de altura de 20.58 cm., seguidos muy de cerca por los tratamientos 12 (Quintoceno+Solarización) con una media de altura de 19.95 cm y el 10 (Paja de cebada+Benomyl) con una media de altura de 19.78 cm.

Para la variable altura, nuevamente los tratamientos con paja de alfalfa tuvieron una media de altura menor a la de los demás tratamientos; seguramente debido a la mayor incidencia de *Rhizoctonia* en la planta, siendo el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) el peor tratamiento con sólo una media en la altura de 15.80 cm, inclusive con menor altura que el testigo. Como anteriormente se mencionó, al parecer la paja de alfalfa incrementa la infección de *Rhizoctonia*, como lo menciona Snyder *et al.* (1959).

4.2.4.2. Segunda evaluación

Para la segunda evaluación, 80 días después de la siembra, el análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 10 del Apéndice), siendo los tratamientos 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización), según la prueba de Tukey (Cuadro 12) los

mejores, cuyas plantas presentaron mayor altura con medias de 115.50 cm y 115.06 cm, respectivamente.

Como se observa en el Cuadro 12, los demás tratamientos no presentan diferencias significativas con los mejores, a excepción del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización) y el 1 (Paja de alfalfa), siendo éste último el tratamiento menos eficaz.

Cuadro 12. Comparación de medias de altura de planta en la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Medias de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	115.50	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	115.06	A
12. Quintoceno+Solarización.	112.95	AB
10. PC+Benomyl.	112.78	ABC
3. Quintoceno.	112.33	ABC
13. Benomyl+Solarización.	112.30	ABC
9. PC+Quintoceno.	112.25	ABC
4. Benomyl.	112.05	ABC
14. PA+Quintoceno+Solarización.	111.75	ABC
15. PA+Benomyl+Solarización.	111.35	ABC
2. Paja de cebada. (PC).	111.20	ABC
11. PC+Solarización.	110.83	ABC
6. PA+Quintoceno.	110.80	ABC
7. PA+Benomyl.	110.78	ABC
5. Solarización.	110.03	ABC
8. PA+Solarización.	109.20	BC
18. TESTIGO.	107.40	C
1. Paja de alfalfa (PA).	107.30	C

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

4.2.4.3. Tercera evaluación

En esta tercera evaluación, 120 días después de la siembra, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 11 del Apéndice); mientras que la prueba de Tukey de comparación de medias (Cuadro 13) muestra al tratamiento 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) como el mejor con una media de altura de 150.50 cm, sin embargo, los siguientes nueve tratamientos son muy semejantes al primero sin mostrar diferencias estadísticas importantes.

Los tratamientos 6, 8 y 1 estadísticamente se comportaron igual al testigo, esto probablemente se deba a una poca colonización de microorganismos antagónicos y a la mayor infección de *Rhizoctonia*.

En cuanto al resto de los tratamientos, la diferencia con el mejor es sólo numérica como lo observamos en la figura 5. Es importante mencionar que la altura de planta se vió afectada seriamente por una helada que cayo antes de esta evaluación, la cual quemó y afectó el follaje de la planta.

Cuadro 13. Comparacion de medias de la altura de planta de la tercera evaluación en el primer ensayo.Chapingo, México. 1995.

No. Tratamientos.	Media de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	150.50	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	149.83	AB
9. PC+Quintoceno.	147.95	ABC
10. PC+Benomyl.	147.78	ABC
11. PC+Solarización.	147.33	ABC
2. Paja de cebada (PC).	147.30	ABC
12. Quintoceno+solarización.	147.25	ABC
13. Benomyl+Solarización.	147.05	ABC
14. PA+Quintoceno+Solarización.	147.00	ABC
15. PA+Benomyl+Solarización.	146.10	ABC
3. Quintoceno.	145.83	BC
4. Benomyl.	145.80	BC
5. Solarización.	145.78	BC
7. PA+Benomyl.	145.70	BC
6. PA+Quintoceno.	145.03	CD
8. PA+Solarización.	144.20	CD
1. Paja de alfalfa (PA).	141.05	D
18. TESTIGO.	140.90	D

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

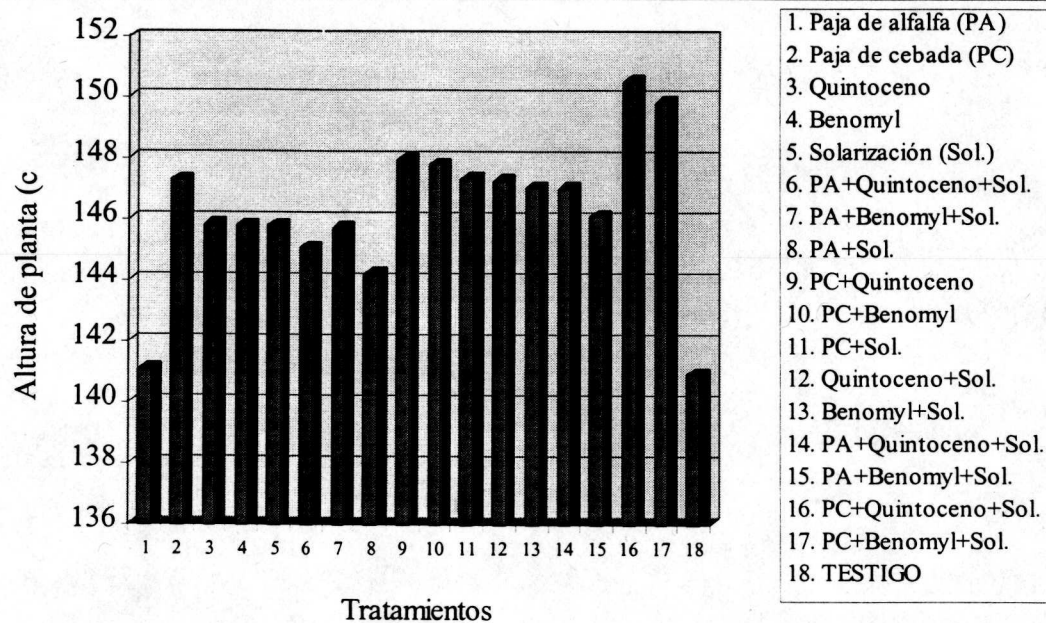


Figura 5. Altura final de planta de haba (*Vicia faba* L.) en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

4.3. Segundo ensayo

4.3.1. Evaluación del porcentaje de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn

4.3.1.1. Primera evaluación

El análisis de varianza para el porcentaje de infección en esta etapa de la planta , 30 días después de la siembra (Cuadro 12 del Apéndice), muestra diferencias significativas entre tratamientos y, la prueba de Tukey (Cuadro 14), indica que los mejores tratamientos para esta etapa son el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización), los cuales presentaron porcentajes de infección de 25.00 % y 25.84 %, y una eficacia de 57.75 % y 56.33 %, respectivamente.

El tratamiento menos eficaz fue la paja de alfalfa con una media de infección de 60.00 %, inclusive mayor al testigo. Al parecer con la paja de alfalfa se incrementó la infección de *Rhizoctonia* como lo menciona Snyder *et al.* (1959), seguido del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización) con una media de infección de 50.00 % y una eficacia del 5.50 %.

El menor grado de infección del testigo que presentó en esta etapa ayuda a sustentar en gran medida que la paja de alfalfa incrementa las pudriciones radicales del haba, aunque no se presentan diferencias estadísticas del tratamiento 1 con el testigo.

Cuadro 14. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	25.00	A*	57.75
17. PC+Benomyl+Solarización.	25.84	A	56.33
9. PC+Quintoceno.	28.34	AB	52.10
10. PC+Benomyl.	30.00	AB	49.30
12. Quintoceno+Solarización.	31.67	ABC	46.48
3. Quintoceno.	32.50	ABC	45.07
4. Benomyl.	33.33	ABC	43.67
13. Benomyl+Solarización.	35.00	ABCD	40.85
14. PA+Quintoceno+Solarización.	36.67	BCD	38.03
7. PA+Benomyl.	37.50	BCD	36.62
6. PA+Quintoceno.	37.50	BCD	36.62
15. PA+Benomyl+Solarización.	38.33	BCD	35.22
11. PC+Solarización.	40.83	CD	31.00
5. Solarización.	44.17	DE	25.35
2. Paja de cebada (PC)	45.00	DE	23.95
8. PA+Solarización.	50.00	EF	15.50
18. TESTIGO.	59.17	F	
1. Paja de alfalfa (PA).	60.00	F	

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

4.3.1.2. Segunda evaluación

Al evaluar el porcentaje de infección de la pudrición radical del cultivo en estado de floración, 80 días después de la siembra, se encontraron daños diferentes en todos los tratamientos y al efectuar el análisis de varianza (Cuadro 13 del Apéndice) nos confirma que hay diferencias significativas entre tratamientos, y la prueba de Tukey (Cuadro 15) nos muestra que los mejores tratamientos nuevamente son el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con una media de infección de 35.00 % y 35.84 %, y con eficacias de 48.15 % y 46.90 %, respectivamente.

Sin mostrar diferencias estadísticas con los mejores tratamientos se encuentra el tratamiento 9 (Paja de cebada+Quintoceno) con 39.17 % de infección y 41.97 % de eficacia, seguido del tratamiento 10 (Paja de cebada+Benomyl) con 40.00 % de infección y 40.74 % de eficacia

Nuevamente los tratamientos con paja de alfalfa tuvieron una disminución en su eficacia de control, siendo el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) el peor tratamiento con 70.00 % de infección inclusive mayor que el testigo que presentó una infección de 67.50 %.

Cuadro 15. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	35.00	A*	48.15
17. PC+Benomyl+Solarización.	35.84	A	46.90
9. PC+Quintoceno.	39.17	AB	41.97
10. PC+Benomyl.	40.00	AB	40.74
12. Quintoceno+Solarización.	41.67	ABC	38.27
3. Quintoceno.	42.50	ABC	37.04
4. Benomyl.	43.33	ABC	35.81
13. Benomyl+Solarización.	44.17	ABC	34.56
14. PA+Quintoceno+Solarización.	46.67	BCD	30.86
7. PA+Benomyl.	47.50	BCD	29.63
6. PA+Quintoceno.	48.34	BCD	28.39
15. PA+Benomyl+Solarización.	49.17	BCD	27.16
11. PC+Solarización.	50.83	CDE	24.70
5. Solarización.	51.67	CDE	23.45
2. Paja de cebada (PC).	56.67	DE	16.04
8. PA+Solarización.	60.00	EF	11.11
18. TESTIGO.	67.50	F	
1. Paja de alfalfa (PA).	70.00	F	

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

4.3.1.3. Tercera evaluación

El análisis de varianza (Cuadro 14 del Apéndice) para los porcentajes de infección en la etapa de madurez, 110 días después de la siembra, nos muestra diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 16) muestra finalmente que el tratamiento 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización)

fueron mejores tratamientos con medias de infección de 48.33 % y 48.34 %, respectivamente. En seguida y sin mostrar diferencias estadísticas, aparecen los tratamientos 10 (Paja de cebada+Benomyl) y el 9 (Paja de cebada+Quintoceno) con medias de infección de 54.17 % y 55.84 % cada uno de ellos.

Cuadro 16. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	48.33	A*	34.09
17. PC+Benomyl+Solarización.	48.34	A	34.08
10. PC+Benomyl.	54.17	AB	26.13
9. PC+Quintoceno.	55.84	ABC	23.85
14. PA+Quintoceno+Solarización.	58.34	BCD	20.44
12. Quintoceno+Solarización.	58.34	BCD	20.44
15. PA+Benomyl+Solarización.	59.17	BCD	19.31
13. Benomyl+Solarización.	59.17	BCD	19.31
3. Quintoceno.	60.00	BCD	18.18
4. Benomyl.	60.83	BCD	17.05
6. PA+Quintoceno.	61.67	BCDE	15.90
7. PA+Benomyl.	62.50	CDE	14.77
11. PC+Solarización.	63.33	CDE	13.64
2. Paja de cebada (PC).	64.17	DE	12.49
5. Solarización.	65.00	DE	11.36
8. PA+Solarización.	69.17	EF	5.67
18. TESTIGO.	73.33	F	
1. Paja de alfalfa (PA).	74.17	F	

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

En esta última evaluación se mantuvo la misma tendencia de los tratamientos con paja de alfalfa, los cuales presentaron los porcentajes de infección más altos, siendo el

tratamiento 1 (paja de alfalfa) el peor, seguido del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización).

4.3.1.4. Análisis general de las tres evaluaciones

Al finalizar el ensayo, el análisis de varianza de las tres evaluaciones de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de haba muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 15 del Apéndice) y la prueba de Tukey (Cuadro 17) indica que los mejores tratamientos fueron el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con medias de infección de 36.11 % y 36.67 % y una eficacia en el control de 45.84 % y 45.00 %, respectivamente. Después de éstos siguen los tratamientos 9 y 10 los cuales no presentan diferencias estadísticas con los primeros y su diferencia es sólo numérica, como se puede observar en las figuras 6 y 7, y una distribución en el porcentaje de infección durante todo el ensayo de estos cuatro tratamientos menor a los demás.

Los siguientes tratamientos controlaron menos la enfermedad; sin embargo, no presentan diferencias estadísticas con los mejores tratamientos. Finalmente se encuentran los tratamientos con pajas y/o la solarización sin la aplicación de un fungicida; siendo la paja de alfalfa el tratamiento menos eficaz.

Al término del ensayo, los resultados coinciden con lo mencionado por Snyder *et al.* (1959) quienes demostraron que la infección de *Rhizoctonia solani* se incrementa con la adición de residuos de paja de alfalfa y de soya, en contraste con la paja de trigo y rastrojo de maíz que disminuye su incidencia.

El uso de la paja de alfalfa presumiblemente debía funcionar, puesto que a nivel mundial se reportan diversas experiencias en el manejo de enfermedades radicales con la ayuda de este vegetal.

Cuadro 17. Comparación de medias de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de las tres evaluaciones en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del % de infección.	Comparación Tukey (0.05).	% de eficacia Abbott.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	36.11	A*	45.84
17. PC+Benomyl+Solarización.	36.67	AB	45.00
9. PC+Quintoceno.	41.11	ABC	38.34
10. PC+Benomyl.	41.39	ABC	37.92
12. Quintoceno+Solarización.	43.89	ABC	34.17
3. Quintoceno.	45.00	ABCD	32.50
4. Benomyl.	45.83	ABCD	31.26
13. Benomyl+Solarización.	46.11	ABCD	30.84
14. PA+Quintoceno+Solarización.	47.22	ABCD	29.17
15. PA+Benomyl+Solarización.	48.89	ABCD	26.67
7. PA+Benomyl.	49.17	ABCD	26.25
6. PA+Quintoceno.	49.17	ABCD	26.25
11. PC+Solarización.	51.67	BCDE	22.50
5. Solarización.	53.61	CDEF	19.59
2. Paja de cebada (PC).	55.28	CDEF	17.08
8. PA+Solarización.	59.72	DEF	10.42
18. TESTIGO.	66.67	EF	
1. Paja de alfalfa (PA).	68.06	F	

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

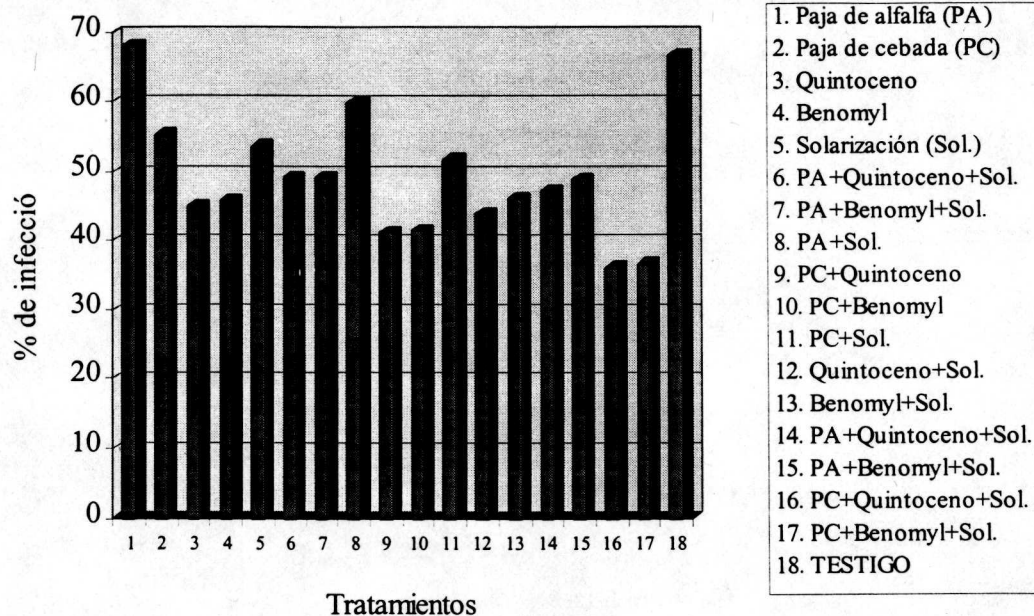


Figura 6. Porcentaje de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn en haba (*Vicia faba* L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

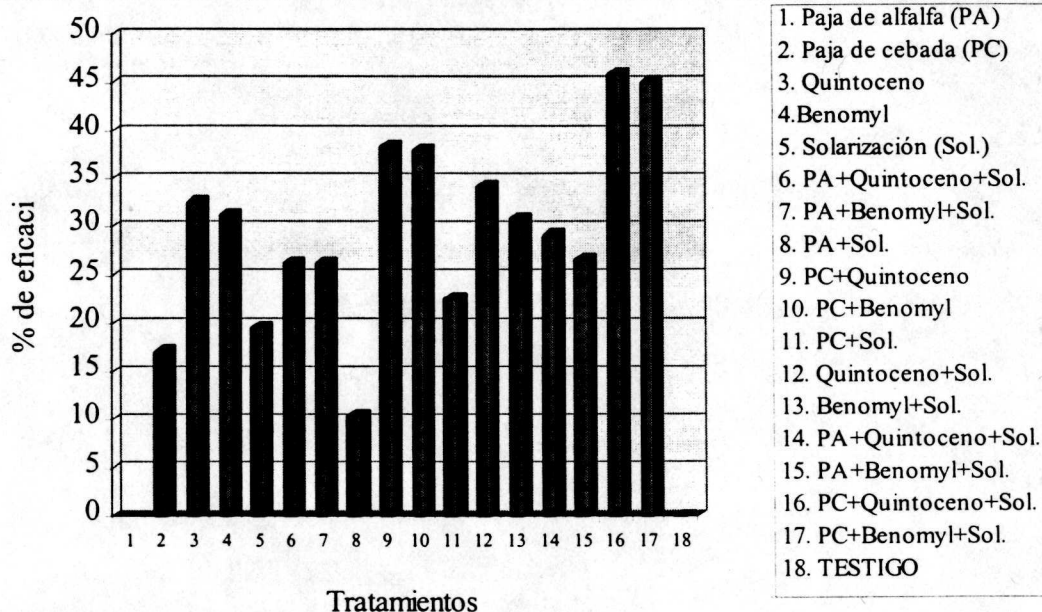


Figura 7. Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en haba (*Vicia faba* L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

4.3.2. Evaluación del número de plantas emergidas (Densidad poblacional)

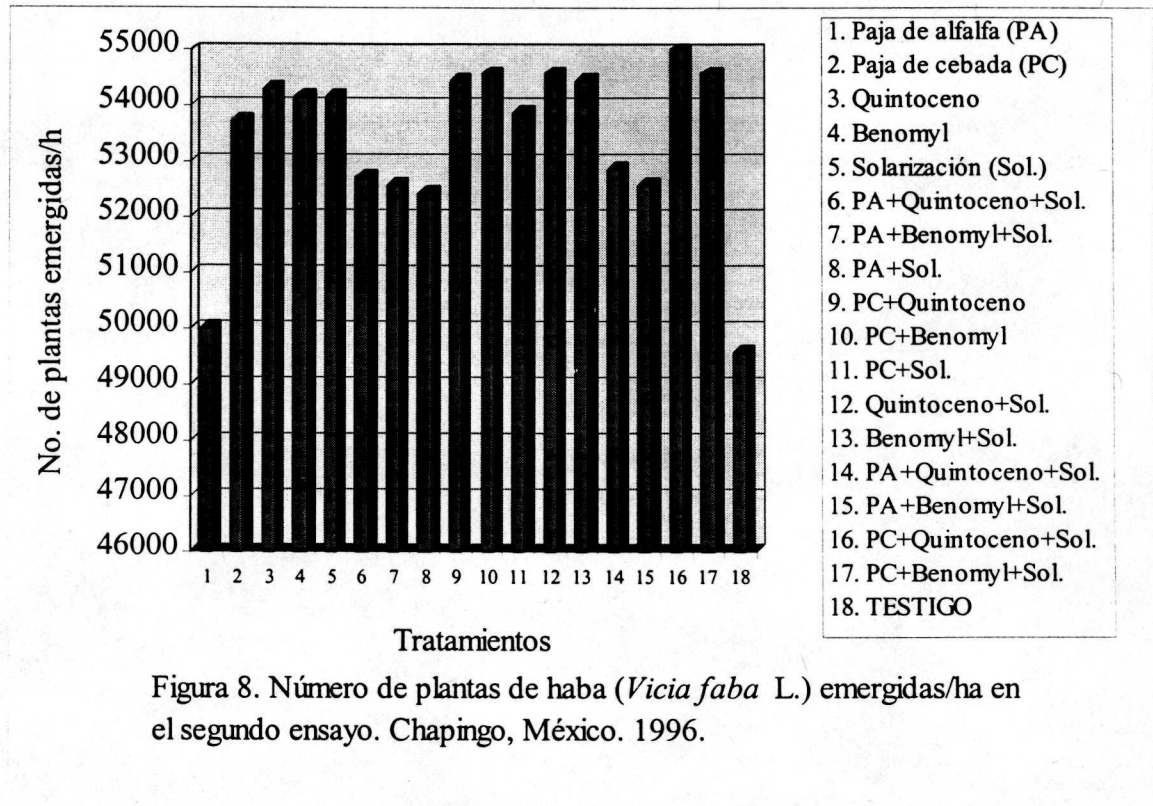
El análisis de varianza (Cuadro 16 del Apéndice) con respecto al efecto de los tratamientos sobre la emergencia de la plántula, indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, y al realizar la prueba de Tukey de comparación de medias (Cuadro 18) muestra que el mejor tratamiento fué el 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) con 96.25 plantas emergidas que representa para este ensayo una densidad de 55,000 plantas/ha.

Cuadro 18. Comparación de medias del número de plántulas de haba emergidas en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del No de plantas emergidas	Comparación Tukey (0.05).	Plantas/ha.
16. PC+Quintoceno+Solarización.	96.25	A*	55,000
17. PC+Benomyl+Solarización.	95.50	A	54,571
10. PC+Benomyl.	95.50	A	54,571
12. Quintoceno+Solarización.	95.50	A	54,571
13. Benomyl+Solarización.	95.25	A	54,429
9. PC+Quintoceno.	95.25	A	54,429
3. Quintoceno.	95.00	A	54,286
4. Benomyl.	94.75	A	54,143
5. Solarización.	94.75	A	54,143
11. PC+Solarización.	94.25	A	53,857
2. Paja de cebada (PC).	94.00	A	53,714
14. PA+Quintoceno+Solarización.	92.50	AB	52,857
6. PA+Quintoceno.	92.25	AB	52,714
7. PA+Benomyl.	92.00	AB	52,571
15. PA+Benomyl+Solarización.	92.00	AB	52,571
8. PA+Solarización.	91.75	AB	52,429
1. Paja de alfalfa (PA).	87.50	B	50,000
18. TESTIGO.	86.75	B	49,571

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

Los tratamientos restantes no mostraron diferencias estadísticas con el mejor tratamiento a excepción del tratamiento 1 (Paja de alfalfa) que presentó la menor emergencia con 87.50 plantas, como se observa gráficamente en la figura 8.



4.3.3. Evaluación del número de plantas muertas

4.3.3.1. Primera evaluación

El análisis de varianza de la primera evaluación (Cuadro 17 del Apéndice) muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de Tukey (Cuadro 19) indica que todos los tratamientos, con excepción del 1 y el testigo, son estadísticamente iguales; sin embargo, destaca el tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con una media de 0.50 plantas muertas, mientras que la paja de alfalfa presentó una media de 6.75 plantas muertas.

Se observa que los tratamientos con paja de alfalfa fueron los peores con respecto al número de plantas muertas, mientras los demás se comportan de una manera excelente.

Lo anterior posiblemente se deba a que los tratamientos que involucran los fungicidas persisten de una manera efectiva en esta primera etapa de la planta, además de que los tratamientos que involucran la paja, ésta comienza a ser degradada más rápidamente que en el primer ensayo; puesto que en esos mismos sitios ya había en mayor abundancia microorganismos antagónicos por la anterior incorporación de pajas del primer ensayo.

Cuadro 19. Comparación de medias del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del No. de plantas muertas.	Comparacion Tukey (0.05).
17. PC+Benomyl+Solarización.	0.50	A*
10. PC+Benomyl.	0.75	A
16. PC+Quintoceno+Solarización.	0.75	A
3. Quintoceno.	0.75	A
12. Quintoceno+Solarización.	0.75	A
13. Benomyl+Solarización.	0.75	A
4. Benomyl.	0.75	A
9. PC+Quintoceno.	0.75	A
2. Paja de cebada (PC).	1.00	A
5. Solarización.	1.00	A
7. PA+Solarización.	1.25	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	1.50	A
6. PA+Quintoceno.	1.50	A
15. PA+Benomyl+Solarización	1.50	A
11. PC+Solarización.	1.50	A
8. PA+Solarización.	2.25	A
1. Paja de alfalfa (PA).	6.75	B
18. TESTIGO.	10.75	C

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

4.3.3.2. Segunda evaluación

El análisis de varianza (Cuadro 18 del Apéndice) muestra diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de Tukey (Cuadro 20) señala al tratamiento 12 (Quintoceno+Solarización) como el mejor tratamiento al presentar el menor número de plantas muertas, con una media de 1.25. Sin embargo, todos los tratamientos

resultaron estadísticamente iguales a diferencia del tratamineto 1 con 9.25 plantas muertas, y al testigo el cual presentó 13.5 plantas muertas.

Cuadro 20. Comparación de medias del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del No. de plantas muertas.	Comparación Tukey (0.05).
12. Quintoceno+Solarización.	1.25	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	1.50	A
10. PC+Benomyl.	1.50	A
9. PC+Quintoceno.	1.50	A
16. PC+Quintoceno+Solarización.	1.50	A
4. Benomyl.	1.50	A
3. Quintoceno.	1.75	A
13. Benomyl+Solarización.	1.75	A
2. Paja de cebada (PC).	2.00	A
5. Solarización.	2.00	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	2.50	A
15. PA+Benomyl+Solarización.	2.50	A
6. PA+Quintoceno.	2.50	A
11. PC+Solarización.	2.50	A
7. PA+Benomyl.	2.75	A
8. PA+Solarización.	3.25	A
1. Paja de alfalfa (PA)	9.25	B
18. TESTIGO.	13.50	C

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

Es evidente en el Cuadro 20 como todos los tratamientos con la paja de alfalfa presentan un mayor número de plantas afectadas, esto debido a que no beneficia el desarrollo de los antagonistas y por lo contrario incrementa la infección del patógeno. Esto coincide con lo que encontraron Snyder *et al.* (1959) quienes demostraron que la

alfalfa y soya incrementaron la infección de *Rhizoctonia solani*, a diferencia de la paja de trigo y rastrojo de maíz quienes la redujeron.

4.3.3.3. Tercera evaluación

En la tercera evaluación que corresponde al número de plantas muertas acumuladas por ciclo, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 19 del Apéndice); asimismo, la prueba de Tukey (Cuadro 21) indica que el tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) presenta el menor número de plantas muertas igual a 2.00 plantas, aunque la diferencia de este tratamiento con los demás es simplemente numérica, a excepción del tratamiento 1 (Paja de alfalfa) que resultó ser el peor con una media de 9.75 plantas muertas como se observa en la figura 9; presentando diferencias estadísticas con los demás tratamientos y el testigo.

Todos los tratamientos que involucran el uso de la paja de alfalfa fueron los peores tratamientos, caso contrario sucedió con la paja de cebada que resultaron ser mejores, porque además de aplicarse en forma conjunta con los fungicidas, no debe olvidarse de que anteriormente en el primer ensayo en los mismos sitios se aplicó la paja con lo cual se incrementaron las poblaciones de microorganismos antagónicos con las muchas ventajas que esto conlleva.

La respuesta de los mejores tratamientos se debe, según Papavizas y Lumsden (1980) a que con la adición de materia orgánica al suelo se disminuyen los riesgos de una reinfestación rápida y abundante de patógenos de las raíces en crecimiento, porque favorece el hiperparasitismo o el antagonismo en general, al permitir el incremento de la microflora y estimular la germinación de propágulos de patógenos (rompe la fungistasis), seguido de una lisis, lo cual reduce la cantidad de inóculo. Esto implica que en un principio se dé una abundante germinación de los propágulos en el suelo, pero que serán rápidamente atacados por varios mecanismos como la antibiosis.

Cuadro 21. Comparación de medias del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del No. de plantas muertas.	Comparación Tukey (0.05).
17. PC+Benomyl+Solarización.	2.00	A*
10. PC+Benomyl.	2.25	A
16. PC+Quintoceno+Solarización.	2.25	A
13. Benomyl+Solarización.	2.25	A
12. Quintoceno+Solarización.	2.25	A
3. Quintoceno.	2.50	A
2. Paja de cebada (PC).	2.50	A
9. PC+Quintoceno.	2.50	A
4. Benomyl.	2.50	A
5. Solarización.	2.75	A
7. PA+Solarización.	3.00	A
11. PC+Solarización.	3.00	A
14. PA+Quintoceno+Solarización.	3.25	A
6. PA+Quintoceno.	3.25	A
15. PA+Benomyl+Solarización.	3.50	A
8. PA+Solarización.	4.00	A
1. Paja de alfalfa (PA).	9.75	B
18. TESTIGO.	14.25	C

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

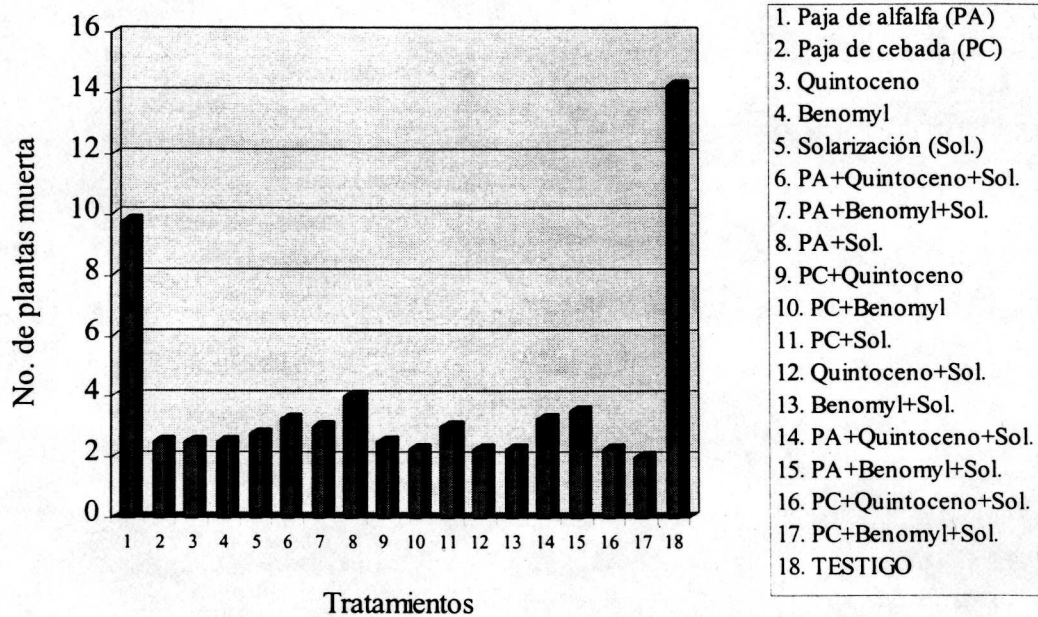


Figura 9. Número total de plantas de haba (*Vicia faba* L.) muertas en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

4.3.4. Evaluación de la altura de planta

4.3.4.1. Primera evaluación

En la primera evaluación el análisis de varianza reportó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 20 del Apéndice) y la prueba de Tukey (Cuadro 22) señala que el tratamiento 17 (Paja de cebada + Benomyl + Solarización) fué el mejor con relación a esta variable, con una media en altura de 23.08 cm, seguido del tratamiento 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización) con una media de altura de 21.58 cm. Sin embargo, los demás tratamientos son estadísticamente iguales a los primeros, a excepción de los tratamientos 8 (PA+Solarización), el testigo y 1 (Paja de alfalfa); éste último fue el peor de los tratamientos con una media de altura menor al testigo.

Los tratamientos con paja de cebada presentaron la mayor altura, comportándose éstos estadísticamente iguales, lo cual se debe a que el uso de este material provoca además del incremento de organismos antagónicos, un aumento en la temperatura de la zona de la rizósfera, con lo cual en el sistema radical se promueve un crecimiento más rápido y vigoroso, permitiendo que la humedad del suelo no se pierda tan fácilmente y que por lo mismo la planta nunca entre en un estado de estrés, a menos de que se promueva la infección de *Rhizoctonia* como al parecer sucede con la paja de alfalfa.

Cuadro 22. Comparación de medias de la altura de planta en la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
17. PC+Benomyl+Solarización.	23.08	A*
16. PC+Quintoceno+Solarización.	21.58	AB
9. PC+Quintoceno.	20.73	AB
13. Benomyl+Solarización.	20.05	AB
12. Quintoceno+Solarización..	19.48	AB
10. PC+Benomyl.	19.25	AB
3. Quintoceno.	19.25	AB
4. Benomyl.	19.18	AB
15. PA+Benomyl+Solarización.	19.10	AB
11. PC+Solarización.	19.08	AB
14. PA+Quintoceno+Solarización.	19.03	AB
2. Paja de cebada (PC).	18.95	AB
7. PA+Benomyl.	18.78	AB
6. PA+Quintoceno.	18.60	AB
5. Solarización.	18.53	AB
8. PA+Solarización.	16.60	B
18. TESTIGO.	16.13	B
1. Paja de alfalfa (PA).	16.10	B

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

4.3.4.2. Segunda evaluación

El análisis de varianza refleja diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 21 del Apéndice) y la prueba de Tukey (Cuadro 23) muestra que el tratamiento 16 (Paja de cebada+quintoceno+Solarización) y el 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) presentan la mayor altura de planta, con medias de 117.73 cm y 117.30 cm, respectivamente.

Cuadro 23. Comparacion de medias de la altura de planta de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	117.73	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	117.30	A
9. PC+Quintoceno.	115.18	AB
10. PC+Benomyl.	115.00	ABC
12. Quintoceno+Solarización.	114.58	ABC
13. Benomyl+Solarización.	114.53	ABC
14. PA+Quintoceno+Solarización.	114.48	ABC
4. Benomyl.	114.30	ABC
15. PA+Benomyl+Solarización.	113.98	ABC
3. Quintoceno.	113.65	ABC
11. PC+Solarización.	113.43	ABC
2. Paja de cebada (PC).	113.05	ABC
5. Solarización.	113.05	ABC
6. PA+Quintoceno.	113.00	ABC
7. PA+Benomyl.	112.28	ABC
8. PA+Solarización.	111.43	BC
1. Paja de alfalfa (PA).	109.63	C
18. TESTIGO.	109.53	C

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

Sin mostrar diferencias significativas se encuentran los restantes tratamientos aunque se incluyan también en otro grupo de igualdad estadística, exceptuando a los tratamientos 1 y 8 que presentaron una menor altura de planta.

4.3.4.3.Tercera evaluación

En esta ultima evaluación que corresponde a la altura de planta por ciclo, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 22 del Apéndice) lo cual reflejó también la prueba de Tukey (Cuadro 24), donde nuevamente los tratamientos con paja de cebada se manifestaron estadísticamente iguales entre ellos, siendo éstos los mejores. Sin embargo, el tratamiento 16 (Paja de cebada + Quintoceno + Solarización) es el que presentó la mayor altura de planta, con una media de 170.58 cm, seguido del tratamiento 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) con un promedio de altura de 169.60 cm., como se puede observar en la figura 10.

Uno de los síntomas más evidentes al ataque de los patógenos radicales es la detención del crecimiento de la planta, así que al no presentarse cambios en la rizósfera de la planta el suministro de nutrientes y otras funciones de la raíz se desarrollaron adecuadamente, no afectando así el crecimiento normal de la planta.

A partir de la primera evaluación, se notó un despegue de la altura de planta por parte de todos aquellos tratamientos que involucraban el uso de paja de cebada, puesto que una de las ventajas principales de este tipo de prácticas es el aumento de la temperatura de la zona de la rizósfera, lo cual incrementa el ritmo de crecimiento de la raíz acelerando el crecimiento de la planta, además de que al conservar la humedad del

suelo la planta no sufre de estrés; lo cual es muy importante en etapas tempranas del crecimiento.

Cuadro 24. Comparación de medias de la altura de planta de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media de la altura (cm).	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	170.58	A*
17. PC+Benomyl+Solarización.	169.60	AB
9. PC+Quintoceno.	168.00	ABC
12. Quintoceno+Solarización.	167.78	ABC
10. PC+Benomyl.	167.35	ABC
13. Benomyl+Solarización.	167.35	ABC
14. PA+Quintoceno+Solarización.	167.33	ABC
15. PA+Benomyl+Solarización.	167.08	ABC
3. Quintoceno.	166.98	ABC
4. Benomyl.	166.05	BC
11. PC+Solarización.	165.93	BC
2. Paja de cebada. (PC).	165.88	BC
5. Solarización.	165.78	BC
7. PA+Benomyl.	165.68	BC
6. PA+Quintoceno.	165.03	CD
8. PA+Solarización.	164.15	CDE
1. Paja de alfalfa (PA).	160.93	DE
18. TESTIGO.	160.03	E

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

Este tipo de comportamiento por parte de los tratamientos con paja de cebada se presentó en ambos ensayos, por lo que podemos concluir que las poblaciones de organismos antagónicos a *Rhizoctonia* se incrementaron en un mayor número en el segundo ensayo.

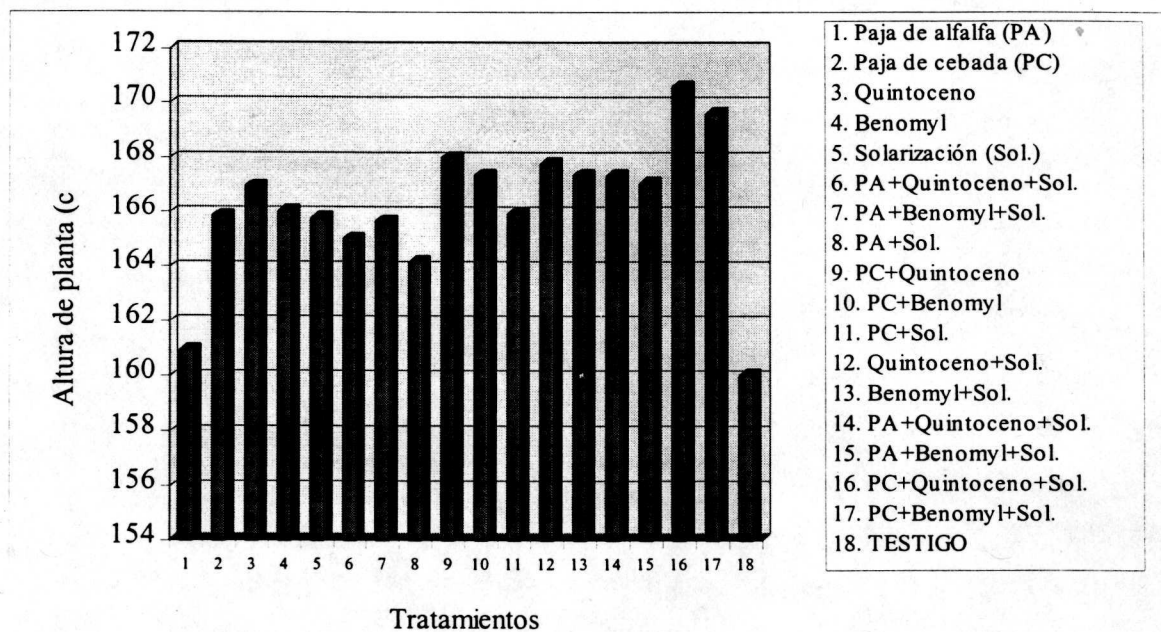


Figura 10. Altura de planta de haba (*Vicia faba* L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

4.3.5. Evaluación del número de vainas por planta

En relación a esta variable, el análisis de varianza (Cuadro 23 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que fué necesario realizar la prueba de Tukey de comparación de medias (Cuadro 25) misma que refleja que los tratamientos 16 (Paja de cebada+Quintoceno+Solarización), 9 (Paja de cabada+Quintoceno) y 17 (Paja de cebada+Benomyl+Solarización) fueron los mejores; presentando el tratamiento 16 una media de 73.15 vainas/planta, seguido del tratamiento 9 y 17 con medias de 73.08 vainas/planta y 72.95 vainas/planta, respectivamente.

Los tratamientos 10, 13, 12, 3 y 4 se encuentran en segundo termino siendo estadísticamente iguales y su diferencia es sólo numérica. Los tratamientos con paja de alfalfa presentaron un menor número de vainas/planta posiblemente debido al incremento de la infección por *Rhizoctonia* presente en estos tratamientos, lo cual redujo el vigor de la planta y con ello disminuyó el número de vainas; siendo el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) el peor de los tratamientos, como se observa en la figura 11.

Cuadro 25. Comparación de medias del número de vainas por planta en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamientos.	Media del No. de vainas/planta	Comparacion Tukey (0.05)
16. PC+Quintoceno+Solarización.	73.15	A*
9. PC+Quintoceno.	73.08	A
17. PC+Benomyl+Solarización.	72.95	A
10. PC+Benomyl.	71.83	AB
13. Benomyl+Solarización.	70.38	ABC
12. Quintoceno+Solarización.	70.30	ABC
3. Quintoceno.	69.60	ABC
4. Benomyl.	68.63	BCD
15. PA+Benomyl+Solarización.	67.70	CDE
14. PA+Quintoceno+Solarización	67.65	CDE
11. PC+Solarización.	67.55	CDE
2. Paja de cebada (PC).	67.25	CDE
5. Solarización.	65.88	DE
7. PA+Benomyl.	65.50	DE
6. PA+Quintoceno.	64.68	E
8. PA+Solarización.	59.38	F
1. Paja de alfalfa (PA).	58.45	F
18. TESTIGO.	57.85	F

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

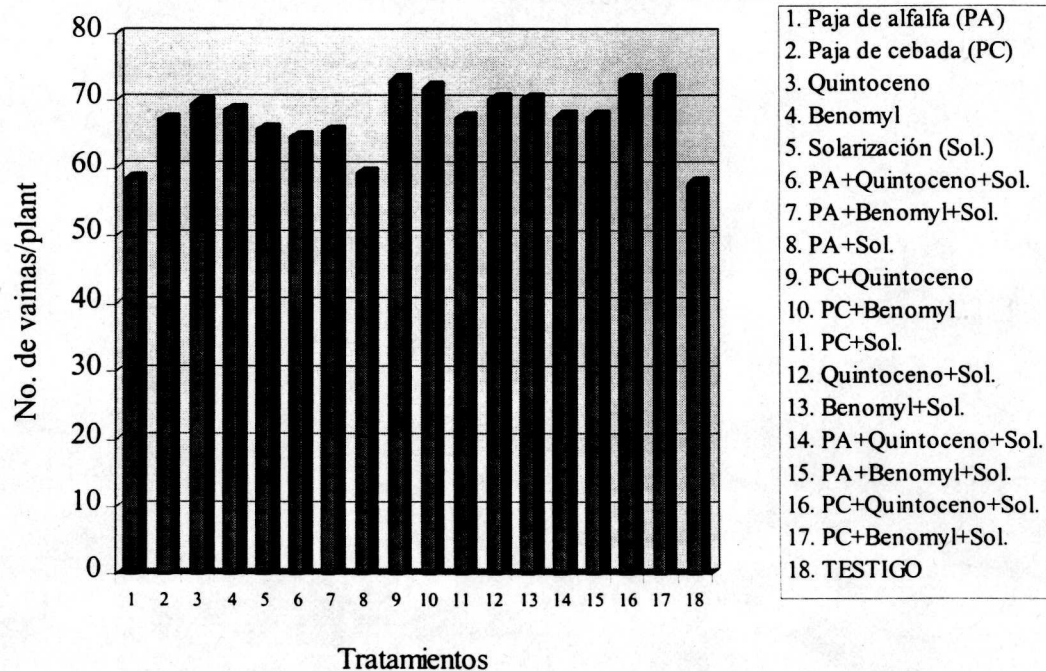


Figura 11. Número de vainas/planta en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

4.3.6. Evaluación del rendimiento

Otra manera de observar la eficacia del control de los tratamientos con respecto al patógeno es la evaluación del rendimiento que es el objetivo final que se busca en toda explotación agrícola.

El análisis de varianza de esta variable, indica que existen diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 24 del Apéndice) y la prueba de Tukey (Cuadro 26) manifiesta que los tratamientos que involucran la paja de cebada con fungicidas Quintoceno+Solarización, con Quintoceno solo, y con Benomyl+Solarización presentan un mayor rendimiento, comportándose estadísticamente iguales entre ellos, siendo los mejores tratamientos el 16 (PC+Quintoceno+Solarización) con un rendimiento de 3,451 Kg/ha. y el 17 (PC+Benomyl+Solarización) con 3,400 Kg/ha. (Figura 12).

Zavaleta (1989) menciona que al adicionar materia orgánica al suelo se incrementan las poblaciones de organismos antagónicos a los fitopatógenos del suelo. Esto se observa con una disminución de la infección de *Rhizoctonia* y por consiguiente en un aumento en el rendimiento.

La aplicación de la paja de cebada posiblemente promovió el aumento de organismos antagónicos a *Rhizoctonia* y otras ventajas mas que ya se comentaron con

anterioridad; aunado a esto el efecto de control de los fungicidas aplicados conlleva a un aumento del rendimiento del cultivo.

Cuadro 26. Comparacion de medias del rendimiento de haba en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

No. Tratamiento.	Media del rendimiento Kg/ha.	Comparación Tukey (0.05).
16. PC+Quintoceno+Solarización.	3,451	A*
9. PC+Quintoceno.	3,413	A
17. PC+Benomyl+Solarización.	3,400	A
10. PC+Benomyl.	3,331	AB
12. Quintoceno+Solarización.	3,268	AB
13. Benomyl+Solarización.	3,202	AB
3. Quintoceno.	3,065	AB
4. Benomyl.	3,055	AB
14. PA+Quintoceno+Solarización.	2,989	AB
15. PA+Benomyl+Solarización.	2,887	BC
11. PC+Solarización.	2,455	CD
2. Paja de cebada (PC).	2,313	D
5. Solarización.	2,300	D
7. PA+Benomyl.	2,192	DE
6. PA+Quintoceno.	2,188	DE
8. PA+Solarización.	1,760	EF
1. Paja de alfalfa (PA).	1,562	F
18 TESTIGO.	1,550	F

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

Por lo que respecta a los tratamientos con productos químicos solos, éstos presentaron un rendimiento menor pero sin presentar diferencias estadísticas con los mejores tratamientos. El menor rendimiento probablemente se deba a que al transcurrir el tiempo éstos van perdiendo su efectividad biológica y por supuesto no propician el desarrollo de microorganismos antagónicos al patógeno. De ahí que los mejores

tratamientos involucraron fungicidas que redujo las poblaciones del patógeno, también incluyeron a la paja de cebada que promovió el incremento de antagonistas, y la solarización que posiblemente también reduce la población del patógeno y al incrementar la temperatura favorece diversos procesos fisiológicos que promueven el desarrollo y rendimiento de la planta.

Finalmente tanto en el primer ensayo como en el segundo ensayo, los tratamientos que involucraron la paja de alfalfa fueron los peores tratamientos, siendo los que presentaron los rendimientos más bajos del cultivo; como lo muestra el tratamiento 1 (Paja de alfalfa) con un rendimiento de 1,562 Kg/ha. seguido del tratamiento 8 (Paja de alfalfa+Solarización) con 1,760 Kg/ha. (Figura 14).

Los resultados aquí obtenidos coinciden con los reportes de Snyder *et al* (1959) quienes demostraron que la infección de *Rhizoctonia solani* Kühn fue reducida por la incorporación de paja de trigo y rastrojo de maíz, en contraste con los residuos de alfalfa y de soya que incrementaron su incidencia.

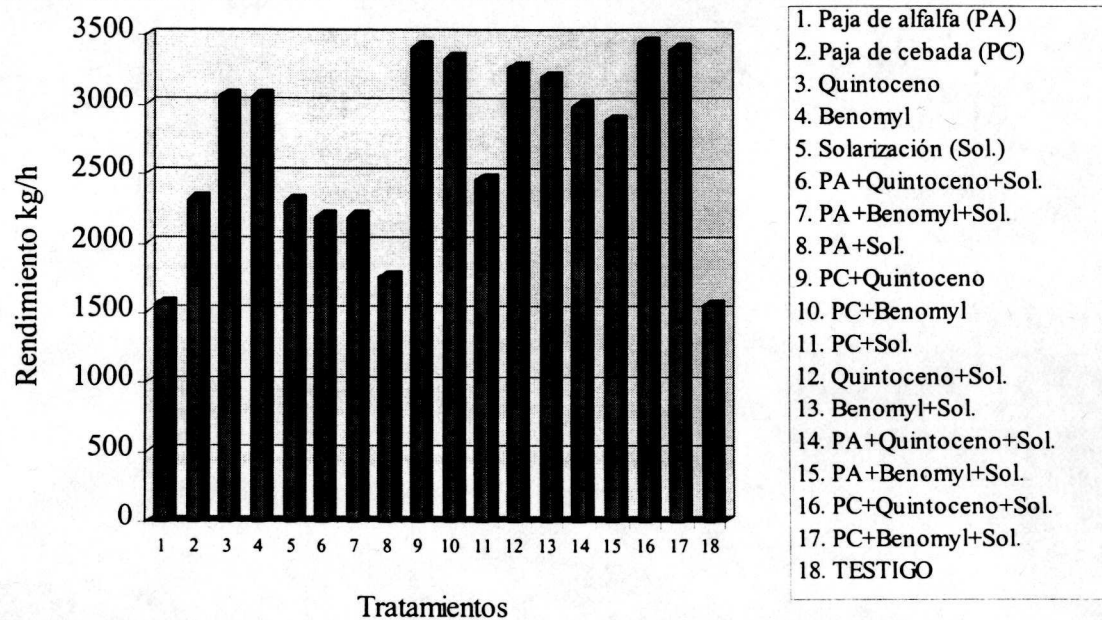


Figura 12. Rendimiento del haba (*Vicia faba* L.) en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

V. CONCLUSIONES

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

- 1.- El patógeno que provoca daños en la raíz del cultivo de haba por sus características morfológicas corresponde a la especie fungosa *Rhizoctonia solani* Kühn
- 2.- Los tratamientos que mejor controlaron la enfermedad fueron: Paja de cebada+Quintoceno+Solarización y Paja de cebada+Benomyl+Solarización, pues con ellos en ambos ensayos se obtuvieron los valores más bajos de infección, seguidos de Paja de cebada+Quintoceno y Paja de cebada+Benomyl los cuales no presentaron diferencia estadística con los primeros.
- 3.- Los tratamientos Paja de cebada+Benomyl+Solarización, Paja de cebada+Benomyl y Paja de cebada+Quintoceno presentaron el mayor número de plantas emergidas mientras que el menor número de plantas muertas fueron Paja de cebada+Benomyl+Solarización, Paja de cebada + Quintoceno + Solarización, Benomyl + Solarización y Quintoceno + Solarización.

4.- Para la altura de planta, número de vainas y rendimiento la Paja de cebada+Quintoceno+Solarización, Paja de cebada+Benomyl+ solarización y Paja de cebada+ Quintoceno fueron los mas eficientes.

5.- De los mejores tratamientos, la Paja de cebada + Quintoceno es el más conveniente utilizar debido que el incremento en rendimiento de los tratamientos con solarización no es suficiente para cubrir los costos del polietileno y su instalación, también es posible utilizar la Paja de cebada + Benomyl ya que sus costos serian menores que los de Paja de cebada+ Quintoceno.

6.- En ambos ensayos todos los tratamientos con paja de cebada, fungicida y/o solarización, reducen los daños de la raíz del haba, manifestándose en una reducción del número de plantas muertas, mayor emergencia de plantas, así como aumento en la altura, un mayor número de vainas por planta y, por consiguiente, mayor rendimiento del cultivo.

7.-Los fungicidas Quintoceno y Benomyl solos, tuvieron un control intermedio, comparados con los mejores tratamientos; sin embargo, al usarse en forma conjunta con la paja de cabada y la solarización resultan más eficientes.

8.- En los tratamientos con la paja de alfalfa el porcentaje de infección por *Rhizoctonia*, fue el más alto, destacando los tratamientos Paja de alfalfa y Paja de alfalfa + Solarización.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aceves, R. J. J. 1987. Informes técnicos de fitopatología del frijol. Campo experimental Altos de Jalisco. Tepatitlán, Jal. 28 p.
- Adams, M. W. 1967. Basis of yield compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. Crop Sci. 7: 505-510.
- Adams, P. B. y C. G. Papavizas. 1968. Survival of root infecting fungi in soil. Mechanisms of control of *Fusarium* root rot of bean with spent coffee ground. Phytopathology. 58: 1603-1608.
- Agrios, G. N. 1988. Fitopatología. Editorial Limusa. México.
- Aguilar, S. A. L. 1990. La aplicación de coberturas en suelos agrícolas. Tesis de Licenciatura. Departamento de suelos. U.A.CH. Chapingo, México.
- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. John Wiley and Sons. Inc. New York. 2nd. Edition. 467 pp.
- Alexopoulos, C. J. 1985. Introducción a la micología. Ediciones Omega. S.A.
- Allan, W. 1956. Annual Report of the Department of Agriculture Cyprus for the year 1955. 30 p. In Rev. Appl. Mycol. 36: 381. 1957.
- Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Sci. Pub. Co. 637 pp.
- Andrade, M. R. L. 1982. Estudio *invitro* de la relaciones antagónicas entre algunos microorganismos del estiércol bovino y el agente causal de la pudrición texana *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar. Tesis de Maestría. ITESM. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Monterrey, N. L. México. pp 28-35.
- Anónimo. 1985. Reporte anual del CIAP, 1984. Lima, Perú.

- Anónimo, 1991. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Anuario estadístico de la producción agrícola nacional. Subsecretaría de planeación. México, D.F. pp 89.
- Anónimo, 1995. Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. p. 264-271.
- Anónimo, 1996. Manual de protección de cultivos. 3a. Edición. Div. Protección de cultivos. CIBA-GEIGY, Mexicana. México, D. F. p. 207-210. pp. 334.
- Apple, G. N. y R. F. Smith. 1976. Integrated pest management. Ed. Plenum U. S. A.
- Baker, K. F. and R. J. Cook. 1974. Biological control of plant pathogens. W. G. Freeman and Co. San Francisco, Cal. 433 pp.
- Baker, R. 1970. Epidemiology of diseases caused by *Rhizoctonia solani*. In: Parmeter J. R. de: *Rhizoctonia solani*, biology and pathology . P. 172-188. Universidad de California Press, Berkeley.
- Barnett, H. L. y B. B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 4 th Ed. Burgess Mcmillan Publishing Company, New York.
- Bateman, D. F. y R. D. Lumsdem. 1965. Relation of calcium content and nature of the pectin substances in bean hypocotils of different ages to susceptibility to an isolate of *Rhizoctonia solani*. Phytopatology. 55: 734-738.
- Bazan de segura, C. 1965. Enfermedades de cultivos tropicales y subtropicales. Ed. Jurídica S. A. José de Segura M. Lima, Perú. 439 p.
- Bikmuk H., R. M. 1963. Bolezni Kormovykh. Bovov (Diseases of broad beans). Trud Bashkir, Sel Knoz Inst. II (i). 19-22 (Abs in referat Zh Rasten 1964 (17) 500, 1964). In Rev. Appl. Mycol. 44: 244. 1965.
- Bocanegra, S. 1969. Cultivo de las Menestras en el Perú. Frijol, garbanzo, pallar, habas, arvejas y lentejas. Ministerio de Agricultura. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. pp: 8-43.
- Bond, D. A. 1966. Yield and components in dialed crosses between inbred lines of winter beans *Vicia faba* L. J.Agric. Sci., Camb. 67: 325-336.
- _____. 1976. Field bean. In. Evolution of crop plants. N. W. Simmonds de. Longmans London and New York. pp: 179-182.

A. Raw. 1971. Biología del suelo. OMEGA. Barcelona, España.

. 1965. The near immovility of *Fusarium solani* fsp. *phaseoli* in natural Phytopathology. 55: 1188-1190.

7. 1968. Root growth obstructions and *Fusarium* root rot of beans. Pathology. 58: 1575-1576.

. E., Neri, G., H. Cuanalo de la C. 1976. Los suelos del área de influencia Chapingo. S. A. G., C. P., E. N. A. Chapingo, México.

. 1977. Química de suelos con un enfoque agrícola. Rama de suelos. Centro de Postgraduados. Chapingo, México. 278 pp.

. 1975. Estudio preliminar de las enfermedades del haba *Vicia faba* L. en el área de influencia del campo de Chapingo. Tesis profesional. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología. Uruapan, Mich. Méx.

. 1987. Enfermedades del frijol. Editorial Trillas. México. 132 pp.

. 1990. Evaluación de Monceren (Pencycuron) contra *Rhizoctonia solani* f. a. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola. U. A. CH. México.

. 1977. Habas de huerta. En diez temas sobre la huerta. 2a. edición. Ministerio de Agricultura, Madrid, España. Tomo V. pp: 7-18.

. P. A. Davalos. 1989. Control de la secadera de la fresa por medio de la aplicación. Memorias XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Fitopatología. Montecillo, Méx. p. 125.

. Y.; Kalfon, A.; Hadar, Y. and Katan, J. 1982. Integrated control of rhizome and bulbborne pathogens in iris. Phytoparasitica 10: 229-236.

. 1962. Penetration and host parasite relationships of *Rhizoctonia* in the bean. Phytopatology. 52: 194-198.

. 1988. Effects of organic matter descompotions level and cellulose content on the inoculum potential of *Rhizoctonia solani* in hardwood bark. Phytopatholgy 78 (6) 836- 840.

Pudriciones radicales del frijol y su control. Guía de estudio serie 045B-Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

on an analysis of
., D. C. 340 pp.

h and survival of
ology. 55: 1021-

ya en Los Valles
.. México.

w volume in the
.. Repr. 47: 109-

la cero labranza.

roma cacao L. y
ciencias, CATIE,

biocontrol agent
ytopathology 70:

ogical control of
Plant Disease 65:

seeds treatment
ct on seed-borne

nization of plant
oxysporum f. sp.

L. grown in the

of weeds in broad

- FAO. 1990. Las leguminosas en la nutrición humana. Roma. Italia. 136 p.
- Fisher, N. L. y T. A. Townssoun. 1983. Stub inoculations de not incite *Fusarium* wilt of chrysanthemum caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*. Plant disease. 67 (5) 532-533.
- Fosberg, J. L. 1976. Diseases of ornamental plant. University of Illinois, Chicago.
- Freigoun, S. O. 1980. Effect of sowing date and watering interval on the incidence of wilt and root rot diseases in faba bean. Faba Bean Information Service Newsletter (1980) 2: 41. Faba Bean Abstract. 1981. 16 p.
- García, M. E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, R. G. y J. A. Stevenson. 1942. La flora fungosa peruana. Estación experimental agrícola de la Molina. Dirección de agricultura y ganadería. Ministerio de fomento. Lima, Perú. 112 p.
- Guerrero, G. A. 1977. Habas. En cultivos herbáceos extensivos. Ediciones Mundi.Prensa, Madrid, España. pp: 335-345.
- Greenberger, A., Yogeu, A. and Katan, J. 1987. Biological Control in Solarized Soil. Proc. Sixth Cong. Medeter. Phytopath. Union. Cairo. pp 112-119.
- Henis, Y. and I. Chet. 1975. Microbiological control of plant pathogens. In Advance in applied microbiology. No. 25 p. 85- 111.
- Henis, Y.; A. Ghaffar and R. Baker. 1979. Factors affecting supressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 69: 1164-1169.
- Hernández, C. F. D., Alonso, C. L. y Cornejo, N. A. M. 1992. Evaluación de fungicidas para el control dela costra negra *Rhizoctonia solani* Kühn en papa *Solanum tuberosum* L. en Galeana, Nuevo Leon.. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Pag. 90.
- Hernández, M. 1974. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Tablas de uso práctico. Publicación de la división de nutrición. Edición Instituto nacional de la nutrición. Méx. pp. 8.
- Hewson, R. T., H. A. Roberts and W. Bond. 1971. Weed competition in spring sown broad beans *Vicia faba* L. Hort. Res. 13: 25-32.

- Hodgson, G. L. and G. E. Blackman. 1956. An analysis of the influence of plant density on the growth of *Vicia faba* L. I. The influence of density on the pattern of development. J. Exp. Bot. 7: 147-165.
- Hortst, R. K. y P. E. Nelson. 1975. Diseases of chrysanthemum. Plant Pathology. 8 Information Bulletin 85.
- Huang, J. W. and E. G. Kuhlman. 1991. Formulation of a soil amendment to control damping-off of slash pine seedlings. Phytopathology 81 (2) 163-170.
- Huber, D. M. and R. D. Watson. 1974. Nitrogen from and plant disease. Ann. Rev. Phytopathol. 12: 139-165.
- Ibrahim, A. A. 1954. A comparative study of six varieties of beans *Vicia faba* L. with respect to their breaching, flowering and fruiting characteristics. Cairo University, M. Sc. Thesis.
- Ishag, H. M. 1973. A physiology of seed yield in field beans *Vicia faba* L. Yield and components. J. Agric. Sci. Camb. 80: 181-199.
- Jager, G. and Velvis. 1986. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 5. The effectiveness of three isolates of *Verticillium biguttatum* as inoculum for seed tubers and of a soil treatment with a low dosage of pencycuron. Netherlands Journal Plant Pathology. 92 (5) 231-238.
- Jager, G. and Velvis H. 1988. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 2. Sprout protection against soil-borne *R. solani* thorough seed inoculation with *Verticillium biguttatum*. Netherlands Journal Plant Pathology. 90 (1) 29-33.
- Jaimes, S. F. 1977. Control de la pudrición del bulbo de la gladiola causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* (Massey) Snyder y Hansen. Tesis de licenciatura especialista en Parasitología Agrícola. U. A. CH.
- Kambal, A. E. 1969. Components of yield in field beans *Vicia faba* L. J. Agric. Sci., Camb. 72: 359-363.
- Katan, J. 1981. Soil heating (solaritation) of soil for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211-236.
- Katan, J., A. Greenberger, H. Alon and A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for de control of disease caused by soil-borne pathogens. Phytopathology 66: 683- 688.

- Kulula, S.; A. Haddad; H. Masri. 1983. Weed and orobanche control in Egypt. En: Saxena, M. C. y S. Varma. Faba Beans Kabuli Chikpeas and Lentils in the 1980's. An international workshop. ICARDA. Aleppo, Syria.
- Laguna, C. A. 1983. Daño de malezas e incidencia de enfermedades en el haba *Vicia faba* L. en unicultivo y asociada con maíz.
- Leach, L. D. and R. H. Garber., 1970. Control of *Rhizoctonia* in Parmeter J. R. (De) *Rhizoctonia solani* biology and pathology. Univ. of Calif. Press. Berkeley. pp 189-198.
- Ledezma G., L. A. 1982. Incidencia de enfermedades en haba *Vicia faba* L. y frijol *Phaseolus vulgaris* L. sembrados solos y asociados con maíz. Tesis de Maestro en Ciencias. C. P. , Chapingo, Méx.
- Lewis, J. A. and G. C. Papavizas. 1977. Effect of plant residues on chlamydospore germination of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and on *Fusarium* root rot of beans. Phytopathology 67 (7) 925-929.
- Leyva, P. J. A. 1987. Control de enfermedades fungosas que atacan a la raíz del jitomate *Lycopersicon esculentum* M. en hidroponia. Tesis Maestría Especialista en Edafología. C. P.
- Lifshitz, R.; Lifshitz, S. and Baker, R. 1985. Decrease in incidence of *Rhizoctonia* preemergence damping-off by use of integrated chemical and biological controls. Plant Disease 69: 431-434.
- Liu, S. and R. Baker. 1980. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70: 404-412.
- López, M. G. 1978. Distribución espacial, densidad de siembra y componentes del rendimiento en haba *Vicia faba* L. Tesis profesional. ENA. Chapingo, Méx.
- Macías, D. R. 1992. Influencia de diferentes sistemas de labranza y coberturas del suelo sobre el control de la escorrentía, la erosión y el rendimiento de forraje de maíz. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Mahr, S. E. R.; Stevenson, W. R. and Sequeira, L. 1986. Control of bottom rot of head lettuce with iprodione. Plant Disease 70: 506-509.
- Manning, W. S. y D. F. Crossan. 1970. Field and greenhouse studies on the effects of plant amendments on *Rhizoctonia* hypocotyl rot of snapbean. Plant. Dis. Repr. 51: 158-163.

- Marshall, D. S., 1982. Effect of *Trichoderma harzianum* seed treatment and *Rhizoctonia solani* inoculum concentration on damping-off snap bean in acidic soils. Plant Disease 66: 788-789. 3
1
,
1
- Mateo, B. J. M. 1959. Intensifiquemos el cultivo del haba. Revista Tierra. Vol. 1
- Mateo Box, J. M. 1961. Leguminosas de grano. Colección Agrícola SALVAT. 1
/
- Mathre, D. E. 1985. Compendium of barley diseases. American Phytopathological Society. Second. Printing.)
- Maya, T. M. L. 1984. Búsqueda de control biológico de enfermedades radicales en haba. Tesis de licenciatura de Químico Bacteriólogo Parasitólogo. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I. P. N. 1
.
- Mendoza, Z. C. 1979. Evaluación de fungicidas, número e intervalos de aplicaciones para el control de la roya del haba *Uromyces fabae* (Pers) de Bary. bajo condiciones de campo. Tesis profesional. Univ. Autónoma Chapingo, México. .
)
3
- Mendoza, Z. C. 1982. Las enfermedades fungosas del haba *Vicia faba* L. en Los Valles Altos de México. 3 p. Departamento de Parasitología Agrícola. U.A.CH. Chapingo, México. 1
- Mendoza, Z. C. 1990. Fungicidas sistémicos y su modo de acción. Depto. de Parasitología Agrícola. U. A. CH. Chapingo, México. 1
,
.
- Mendoza, Z. C. y B. Pinto. C. 1983. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. U.A.CH. Departamento de Parasitología Agrícola, Chapingo, Méx. 3
3
- Montes, M. J. 1977. Componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos en cuatro variedades de haba *Vicia faba* L. Tesis de Maestría en Ciencias, rama de genética. C. P. ENA, Chapingo, México. 3
1
- Mohamed, Z. K. 1982. Physiological and antagonistic actives of rhizosphere of some plants. Egyptian Journal of Phytopathology (1982, public. 1985) 14 (1/2) 121-128. Faba Bean Abstract. 1986. 174 p. 3
/
- Nelson, P. E. 1970. Root diseases and soil borne pathogens. Ed. por T. A. Towssoun, Robert V. Bega y Paul E. Nelson. Los Angeles. 52-223. 1

- Pullman, G. S., De Vay, J. E., Elmore, C. L., and Hart, W. H. 1984. Soil solarization: a monchemical methods for controlling diseases and pests. Leaflet 21377. Div. of Agri. and Natural Resources, Cooperative Extension, Univ. of California, Berkeley, CA. 8 pages.
- Quintero-B., J. A., Zuñiga-S., P., y Gerardo-A., M. 1992. Control químico de *Rhizoctonia solani* en papa en el Valle del Fuerte, Sinaloa. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Pag. 89.
- Ramírez, V. J. 1985. Identification of a new race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* (Wr) Snyd and Hans. From cabbage and its control by means of solarization of soil amended with cabbage residues. D. Dissertation, University of California-Riverside. 125 p.
- Ramírez, V. J. 1992. La solarización del suelo, un método sencillo para el control de patógenos y malas hierbas. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin. 54 p.
- Ramírez, V. J. y D. E. Munnecke. 1986. Uso de solarización y residuos de repollo para el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*. Memorias XIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. p. 27.
- Ramírez, V. J. and D. E. Munnecke. 1988. Effect of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* and other organisms. Phytopathology. 78 (3) 289-295
- Rentería D., G. 1977. Determinación del período crítico de competencia del cultivo del haba *Vicia faba* L. con las malas hierbas. Tesis profesional. U.A.CH., Méx.
- Rodríguez L, J. S. 1987. Efecto de los sistemas de labranza Convencional y de conservación sobre las propiedades físicas, contenido de humedad, escurrimiento y pérdida de suelo en el cultivo de maíz *Zea mays* L. en Llano Grande, Méx. Tesis de Licenciatura. Departamento de suelos, U.A.CH. Chapingo, Méx.
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. U.A.CH. Chapingo, Méx. 343 p.
- Rowlands, D. G. 1955. The problem of yield in field bean. Agric. Prog. 30: 137- 147.
- Ruppel, E. G. 1985. Susceptibility of rotation crops to a root rot isolate of *Rhizoctonia solani* from sugar beet and survival of the pathogen in crop residues. Plant Disease 69: 871-873.

- Salt, G. A. 1982 Factors affecting resistance to root rot wilt diseases. In Faba Bean Improvement. The Hague Netherlands; Martinus Nijhoff (1982) 259-270. Faba Bean Abstract. 1983. p. 297.
- Sánchez, A. J. H. 1983. Etiología y daños de las pudriciones radicales del frijol *Phaseolus vulgaris* L. en el estado de Durango. Tesis de licenciatura. Chapingo, México. 66 p.
- Sinclair, J. B. 1970. *Rhizoctonia solani*: Special methods of study. In Parmeter. J. R. *Rhizoctonia solani* biology and pathology. Univ. of Calif. Press Berkeley. pp 199-217.
- Smiley, R. W. 1975. Forms of nitrogen and the pH in the root zone and their importance to root infections. p 55-60. In Biology and control of soil borne plant pathogens. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 207 pp.
- Smith, D. A. H. D. Van Etten y 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 y T. Christou. 1959. Effect of plant residues on root rot of beans. Phytopathology. 49: 755-759.
- Solórzano, V. E. 1980. Fenología y comportamiento de los componentes del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de haba *Vicia faba* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo, México. 147 pp.
- Soper, M. H. R. 1952. A study of the principal factors affecting the Establishment and development of field bean *Vicia faba* L. J. Agric. Sci., Camb. 42: 335-346.
- Sprague, M. A. 1986. No tillage and surface-tillage agriculture: The tillage revolution. E. U. A.
- Stephen, B. 1984. Pudriciones radicales del frijol y su control. CIAT. Cali, Colombia. 52 p.
- Stryder, D. L. 1985. *Fusarium* wilt of chrysanthemum: cultivar susceptibility and chemical control. Plant disease. 69 (7) 564-568.
- Thomson, W. T. 1994. Fungicides. Book IV. Agricultural Chemical. U. S. A.
- Towsend, G. R. 1944. Controlling Damping-off and other losses in celery seedbeds. Bulletin 397. University of Florida. Gainesville, Florida. 27 p.

- Unger, W. P. 1975. Role of mulches in Dryland Agriculture in Gupta. E. U. A. Physiological aspects of Dryland Farming. Ed. India, Oxford and IBH. USA.
- Unterstenhofer, G. 1976. The basic principles of crop protection field trails. Pflanzenschutz-Nachrichten. Bayer. 29: 83-180.
- Vavilov, N. I. 1951. Origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. En: Briggs. D. E. 1975. Barley Ed. Chapman-Hall. London. 85 p.
- Waksman, S. A. 1967. The Actinomycetes. A Summary of current Knowledge. Ronald Press Co. New York.
- Weber, C. R. and D. W. Staniforth. 1957. A comparative relationships in variable weeds and soybeans stand. Agron J. 49: 440-444.
- White, J. G. and S. T. Buczacki. 1979. Observations on suppression of club root by artificial or natural heating of soil. Trans. Br. Mycol. Soc. 73: 271-275.
- Yamamoto, W.; Oyazu and K. Takigwa. 1955. Studies on the wilt disease of broad bean. Sci. Rep. Hyogo. Univ. Agric., 2, 1. In Rev. Appl. Mycol. 37: 129. 1958.
- Yassin, T. E. 1973. Genetic and phenotypic variance and correlations in field beans *Vicia faba* L. J. Agric. Sci. Camb. 81: 445-448.
- Yu, T. F. 1944. Fusarium diseases of broad bean I. A wilt of broad bean caused by *Fusarium avenaceum* var. *fabae*. Phytopathology. 34: 385-393.
- Zaumeyer, W. J. y H. R. Thomas. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA. Agric. Tech. Bull. No. 868.
- Zavaleta, M. E. 1989. Curso precongreso de Fitopatología: Ecología de la raíz. S. M. F. CONACYT. Editor. Ferrara-Cerrato, R. Montecillos. Méx. pp119-128.
- Zimmer, R. C. 1988. Development of *Rhizoctonia solani* on four fungicide treated potato cultivars grown in virgin potato soil. Canadian Plant Disease Survey. 68 (1) 7-9.
- Zindahl L., R. 1980. Weed crop competition. A review. International Plant Protection Center. Oregon State University. 197 pp.

VII. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México.1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	9338.15	549.30	18.46	0.0001*
Bloques	3	54.92	18.31		
Error	51	1517.62	29.76		
Total	71	10910.69			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 2. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México.1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	8306.54	488.62	33.17	0.0001*
Bloques	3	82.04	27.35		
Error	51	751.31	14.73		
Total	71	9139.89			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	2601.08	153.00	12.94	0.0001*
Bloques	3	49.89	16.63		
Error	51	602.89	11.82		
Total	71	3253.85			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de las tres evaluaciones en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	18521.58	1089.50	8.81	0.0001*
Bloques	3	105.50	35.17		
Error	195	24102.90	123.60		
Total	215	42729.98			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 5. Análisis de varianza del número de plantas emergidas en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	259.50	15.26	13.38	0.0001*
Bloques	3	1.83	0.61		
Error	51	58.17	1.14		
Total	71	319.50			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn en la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	355.74	20.93	32.14	0.0001*
Bloques	3	1.0433.21	0.35		
Error	51	389.99	0.65		
Total	71				

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn en la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	576.24	33.90	17.49	0.0001*
Bloques	3	2.93	0.98		
Error	51	98.82	1.94		
Total	71	677.99			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	706.07	41.53	33.75	0.0001*
Bloques	3	3.49	1.16		
Error	51	62.76	1.23		
Total	71	772.32			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la altura de planta de la primera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	199.72	11.75	0.71	0.7763*
Bloques	3	93.51	31.17		
Error	51	841.60	16.50		
Total	71	1134.84			

* No existen diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la altura de planta de la segunda evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	312.73	18.40	4.11	0.0001*
Bloques	3	0.51	0.17		
Error	51	228.30	4.48		
Total	71	541.55			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la altura de planta de la tercera evaluación en el primer ensayo. Chapingo, México. 1995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	411.27	24.19	8.11	0.0001*
Bloques	3	4.75	1.58		
Error	51	152.22	2.98		
Total	71	568.24			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	6985.71	410.92	26.57	0.0001*
Bloques	3	25.10	8.37		
Error	51	788.71	15.46		
Total	71	7799.52			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	6688.13	393.42	24.33	0.0001*
Bloques	3	64.16	21.39		
Error	51	824.74	16.17		
Total	71	7577.02			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 14. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	3368.74	198.16	19.75	0.0001*
Bloques	3	30.07	10.02		
Error	51	511.58	10.03		
Total	71	3910.39			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza de los porcentajes de infección de *Rhizoctonia solani* Kühn de las tres evaluaciones en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	16311.11	959.48	8.83	0.0001*
Bloques	3	89.18	29.73		
Error	195	21192.77	108.68		
Total	215	37593.06			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 16. Análisis de varianza del número de plantas emergidas en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	493.13	29.01	5.44	0.0001*
Bloques	3	9.82	3.27		
Error	51	271.93	5.33		
Total	71	774.88			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 17. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	463.40	27.26	38.39	0.0001*
Bloques	3	5.04	1.68		
Error	51	36.21	0.71		
Total	71	504.65			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 18. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	679.28	39.96	34.25	0.0001*
Bloques	3	5.00	1.67		
Error	51	59.50	1.17		
Total	71	743.78			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 19. Análisis de varianza del número de plantas muertas por *Rhizoctonia solani* Kühn de la tercera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	669.24	39.37	36.70	0.0001*
Bloques	3	5.04	1.68		
Error	51	54.71	1.07		
Total	71	728.99			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 20. Análisis de varianza de la altura de planta de la primera evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	201.88	11.88	2.38	0.0001*
Bloques	3	5.83	1.94		
Error	51	254.09	4.98		
Total	71	461.79			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 21. Análisis de varianza de la altura de planta de la segunda evaluación en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	312.60	18.39	4.06	0.0001*
Bloques	3	0.62	0.21		
Error	51	230.71	4.52		
Total	71	543.93			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 22. Análisis de varianza de altura de planta de la tercera evaluación en el el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	455.59	26.80	8.88	0.0001*
Bloques	3	4.75	1.58		
Error	51	153.92	3.02		
Total	71	614.26			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 23. Análisis de varianza del número de vainas por planta en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	1553.62	91.39	46.63	0.0001*
Bloques	3	14.67	4.89		
Error	51	99.95	1.96		
Total	71	1668.24			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro 24. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de haba en el segundo ensayo. Chapingo, México. 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Tratamientos	17	89.41	5.26	45.00	0.0001*
Bloques	3	0.85	0.28		
Error	51	5.96	0.12		
Total	71	96.22			

* Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

