

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Agronomía

Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

Efecto del genotipo y la fertilización en las
afectaciones causadas por hongos del suelo en
el cultivo del frijol común

Diplomante: César Luis Fernández Díaz

Tutor: MSc. Manuel Díaz Castellanos

2008

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de medidas agrotécnicas sobre las enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común, se desarrollaron varios experimentos, en condiciones de campo, en la Empresa Azucarera “Abel Santamaría”, Encrucijada, provincia Villa Clara, en los períodos comprendidos de enero-mayo 2007 y 2008, en suelos Fersialítico pardo rojizo y Pardo sialítico mullido carbonatado. Se evaluaron variedades comerciales y no comerciales de frijol común en cuanto a porcentajes de plantas afectadas por especie fitopatógena por variedad. Para evaluar el efecto de la fertilización se utilizó la variedad BAT 482 (testa blanca) y se desarrollaron variantes como la aplicación de compost, en el fondo del surco, así como micorrizas y *Rhizobium* en el tratamiento a la semilla, tomando como testigo estándar la aplicación de Urea al 46 % de N. Los resultados mostraron que las especies fitopatógenas que afectaron las variedades fueron *R. solani*, *S. rolfsii* y *M. phaseolina*, cuyas incidencias variaron en dependencia de condiciones como la humedad del suelo, determinada por las precipitaciones y el riego. De las variedades evaluadas, las de testa blanca mostraron los mayores valores de afectaciones seguidas por las rojas, jaspeadas, y por último, con los menores valores, las de testa negra. Variedades de testa negra del grupo ENAR (Guatemaltecas), no mostraron afectaciones por las especies estudiadas. El manejo de las variedades, la aplicación de compost, así como el tratamiento a la semilla con productos biológicos, son una alternativa para reducir la incidencia de estas enfermedades en el cultivo.

Introducción

En la actualidad, la población mundial rebasa los 6 mil millones de personas y se calcula que alcanzará los 11 mil millones en el año 2050. El 97 % de este incremento será en los países en vía de desarrollo, en los cuales existen 700 millones de personas que no tienen un adecuado suministro de alimentos. Para poder enfrentar este crecimiento se requerirá duplicar o triplicar la producción existente de alimentos, fundamentalmente en estos países (FAO, 2006). La producción de granos puede jugar un papel fundamental en la solución de dicha situación. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo (CIAT, 1982). En las regiones tropicales y subtropicales es el grano de mayor importancia, destinado al consumo directo de la población (Mendoza *et al.*, 1989) y constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores (Martínez, 2004).

En Cuba, el frijol constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo, siendo un alimento de preferencia en la dieta diaria, al menos en una de las comidas. Su alto contenido en proteínas lo sitúan como un cultivo estratégico del país, ya que permite paliar el déficit de otras proteínas en la dieta alimentaria. Sin embargo, hasta el presente, el cultivo no ha tenido prioridad en el país. Urge entonces aumentar los rendimientos del cultivo, que según (Chailloux *et al.* 1996), en América Latina se obtiene solo un 20 % de su rendimiento potencial. En nuestro país, el rendimiento oscila entre 0.63 y 0.7 t/ha, motivada esta diferencia por las deficiencias nutricionales, conjuntamente con el ataque de plagas y enfermedades (Chailloux *et al.*, 1996).

Herrera *et al.*, (1988) exponen que la aparición de enfermedades producidas por hongos fitopatógenos del suelo en el frijol común (*P. vulgaris* L.) constituye uno de los principales limitantes para la producción de este valioso grano, en condiciones tropicales. Las pérdidas producidas por el ataque de *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium Rolfsii* Sacc. y *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. pueden oscilar entre el 60 y 70 % del total de la cosecha bajo condiciones de suelo y clima apropiado para el ataque de estos hongos fitopatógenos.

Los métodos de lucha contra las enfermedades provocadas por hongos del suelo se distinguen de los empleados contra otros patógenos foliares. La integración de prácticas culturales como, la utilización de variedades resistentes, la fertilización, el enmendado del suelo con materia orgánica, la rotación de cultivos, el control químico, el control biológico y el manejo del riego, son entre otros, factores a tener en cuenta para el control de las mismas.

Es por ello que la búsqueda de formas de controlar e inhibir el desarrollo de los hongos patógenos del suelo que causen las pudriciones en las raíces del frijol común es de vital importancia. Esta se puede hacer mediante un manejo de variedades y fertilizantes con variantes bioorgánicos a través de *Rhizobium*, micorrizas y compost, aspecto que es necesario abundar en investigaciones sobre esta temática, por lo que nos trazamos la siguiente hipótesis.

Hipótesis

El empleo de variedades y fertilización bioorgánica como medidas agrotécnicas reducirán las afectaciones por enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común

Objetivo general

Evaluar la influencia de la fertilización bioorgánica y variedades en la reducción de afectaciones producidas por hongos del suelo en el frijol común.

Objetivos específicos

1. Evaluar la influencia de la variedad en la reducción de enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común.
2. Evaluar la influencia de la fertilización con productos bioorgánicos en la reducción de afectaciones causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) originario de América, se considera uno de los alimentos básicos, ya que representa un aporte proteico de un 15-30 % y calórico, de 340 calorías en 100g de granos secos. Se cultiva en todos los continentes teniendo una superficie total cosechada de 26 836 860 ha y niveles de producción de 18 334 318 toneladas, con un rendimiento promedio de 0.683 t*ha⁻¹ (FAO, 2002) destacándose Asia (India), América Latina (Brasil, México, Argentina y Chile) y el Caribe (Nicaragua). Su producción en América tropical y subtropical asciende a más de cuatro millones de toneladas al año, con Brasil y México como mayores productores, mientras que en los países de Centroamérica se cultivan aproximadamente 500 mil hectáreas y en el Caribe, particularmente Cuba, Republica Dominicana y Haití, la cifra asciende a 250 mil hectáreas. Esto es especialmente evidente si se considera que el fríjol común se ubica como promedio entre los cinco cultivos con mayor superficie dedicada a la agricultura en todos los países latinoamericanos (Peña Cabriales, 2002).

En Cuba se cultivan aproximadamente 52 mil hectáreas de fríjol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solamente cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 mil toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares.

2.2. *Rhizoctonia solani* Kuhn.

Los patógenos fungosos transmitidos a través de las semillas son una de los principales problemas a los que se enfrentan los productores, tanto privados como estatales, en el país. *Rhizoctonia solani* Kuhn.

Rhizoctonia solani Kuhn, junto a *Sclerotium rolfsii* Sac., es considerado por la taxonomía más moderna como representante principal del Orden Agonomycetales, presentando, según Carone Dede (1986) la siguiente ubicación taxonómica:

Reino: Myceteae; División: Amastigomycota; Subdivisión: Deuteromycotina; Clase de forma: Deuteromycetes; Orden de forma: Agonomycetales; Género: *Rhizoctonia* D.C. y Especie: *R. solani* Kuhn.

El agente patógeno presenta amplia distribución mundial, siendo reportado en numerosos países entre los que podemos citar: Méjico (Aceves, 1991); Colombia (Obando y Arias, 1982); Cuba, (Mayea *et al.*, 1983); Costa Rica (Mora y Blum, 1990), Trinidad y Tobago (Rajnaut y Hill, 1994); Africa y Latinoamérica (Abawi y Pastor Corrales, 1990); India (Kataria y Grover, 1992); España (Casanovas *et al.*, 1996); Egipto (Fouly *et al.*, 1996), entre otros.

Entre los principales hospedantes del agente patógeno se destacan: *Allium cepa* L., *Brassica oleraceae* L., *Capsicum annum* L., *Coffea arabica* L., *Daucus carota* L., *Lactuca sativa* L., *Lycopersicum esculentum* (Mill.), *Nicotiana tabacum* L., *Saccharum officinarum* L., *Solanum tuberosum* L., *Phaseolus vulgaris* L. y *Glicine max* (L.) Merril. (Seidel, 1976).

El hongo afecta mucho más las plántulas jóvenes que el tejido de las plantas adultas, causando la enfermedad conocida como Damping-off o marchitez de las posturas. Con frecuencia se presenta clorosis del follaje, las plantas pueden marchitarse e incluso morir. Por lo general la enfermedad se encuentra localizada y en sus últimas fases pueden observarse fácilmente dentro de las parcelas pequeños parches en los que han muerto las plantas. Los síntomas aéreos no sirven para diferenciar la enfermedad en el campo (González Avila, 1988). Mayea *et al* (1983) señalan que en plantas pequeñas aparecen en el tallo e hipocotilo úlceras de color pardo-rojizo, de varios tamaños, delimitados usualmente por un borde oscuro, las que luego se vuelven ásperas, se secan y destruyen la médula.

Ataca además las raíces causando pudriciones en la base de la planta (González Ávila, 1988). Aunque se ha informado sobre la aparición de los esclerocios en las lesiones, éstos no son siempre fáciles de ver, contrario a lo que ocurre con *S. rolfisii*, el cual es fácil de diagnosticar, por la presencia de abundantes esclerocios de color crema a pardo oscuro. Los esclerocios de *R.*

solani tienen coloración mucho más oscura, siendo ambas enfermedades fáciles de diferenciar.

En cuanto a las pérdidas ocasionadas por este agente patógeno Goulart (1986) reporta en Minas Gerais, Brasil, pérdidas del 36 % de los campos por pudrición radical. En Cuba, González Avila, (1988) destaca pérdidas en el rendimiento entre 25 y 50 %.

El CIAT (1988) señala pérdidas en América Latina de hasta un 90 %. Barnes *et al* (1990) estiman en 44 millones de dólares, alrededor de un 85 %, las pérdidas por pudrición del vástago en maní (*Arachis hypogaea* L.), en Georgia, USA. Macnish y Neate (1996) señalan pérdidas del 8 al 35 % en campos individuales. Meléndez *et al* (2002) reportan pérdidas del 80 % en campos de cebolla en la Zona de Banao, provincia Sancti Spiritus.

Las hifas jóvenes presentan una coloración pardo amarilla a pardo oscura. Sus ramificaciones aparecen en ángulo recto, presentando un tabique a una distancia no menor de 10 nm del punto de inserción. El micelio es ramificado y tabicado, uniformemente distribuido por la superficie del hospedero, aunque a veces se aglomera y forma cordones visibles macroscópicamente. En los cordones de mayor espesor se forman los esclerocios de color pardo intenso. Son de forma aplastada y redondeada, cubiertos por un fieltro espeso y aterciopelado. Los pequeños conglomerados estromáticos de micelio que se forman en la superficie del hospedero, sirven como punto de infección, a partir de los cuales penetran las hifas a través de la corteza de la raíz.

Según Pichardo (1990) aislados diferentes de *R. solani* difieren en patogenicidad y morfología, así como en características culturales y fisiológicas. No es una especie única, sino una colección de poblaciones no intercruzables que da origen al concepto de Grupo Anastomosis (AG) en el cual se agrupan organismos de la misma especie que pueden entrecruzar sus hifas. De los AG reportados, el AG4 es el que ataca fríjol y todas las especies angiospermas. El hongo, según Pupo y Heredia (1998), se transmite por las semillas infectadas.

Laroche *et al.* (1992) señalan que *R. solani* presenta como telemorfo a *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Según Finch y Finch (1987), la penetración del hongo en el

hospedero es directa formando agregados hifales (cojines de infección) en las raíces, que más tarde ocasionan la decoloración y muerte de las mismas, con la siguiente penetración. Esto ocurre preferentemente en suelos húmedos, pudiendo ser destruidas muchas plantas jóvenes según Llacer (1996), los propágulos de esta especie son orientados por los exudados radicales de sus hospederos y entre las sustancias que estimulan su orientación se encuentran aldehidos y policetoles.

Las plantas más viejas pueden ser atacadas, pero sobre éstas la invasión del hongo es limitada al tejido externo cortical, sobre el cual el hongo produce alargadas quemaduras y lesiones rojizas.

Según Mayea y Padrón (1983), una parte de su ciclo lo pasa saprofiticamente sobre las partículas orgánicas del suelo o formando micorrizas, hasta que por determinados factores se vuelve perjudicial para los semilleros provocando pudriciones y otros trastornos.

Por su parte Herrera y Mayea (1994), exponen que es un hongo del suelo que se incluye en el Orden Agonomycetales al que se le denomina micelio estéril, puesto que no produce conidios y se reproduce por fragmentación de hifas y por agregados de hifas denominadas esclerocios.

Herrera *et al.* (1988) señalan que la actividad saprofitica de *R. solani* permanece inalterable durante los primeros 6 meses de establecerse en el suelo, mientras que a partir de este período la supervivencia decrece a 25 cm de profundidad hasta un 60 % y a 15 cm a 90 %, manteniéndose el 100 % en la superficie del suelo, lo que evidencia que la actividad saprofitica del patógeno disminuye a medida que aumenta la profundidad.

El efecto de la temperatura ha sido estudiado por numerosos investigadores. Allison (1952) y Sherwood (1969), encontraron que el rango óptimo de temperatura es de 25-30 °C, siendo esto confirmado por Cedeño (1978), cuando estudió este factor en diferentes grupos de anastomosis de *R. solani*. Herrera *et al* (1988) encontraron rangos de temperatura óptimos entre 24 y 32 °C para el crecimiento micelial y 24 °C para la germinación de esclerocios.

En cuanto al pH se ha reportado que el género *Rhizoctonia* presenta un crecimiento limitado a valores que oscilan entre 2.3 – 3.8 y que el valor óptimo varía de 4.5 a 7, estando los límites máximos entre 6.7 y 9 (Lucas, 1969).

La humedad del suelo constituye un factor determinante para la actividad biológica de *Rhizoctonia solani*. En este sentido Beute *et al.* (1981) señalan que el hongo es capaz de sobrevivir durante muchos años tanto en períodos de humedad como de sequía y Mustade (1977), plantea que se debe evitar la siembra en época muy lluviosa, donde es mayor la incidencia del patógeno.

2.3. *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Desde que Rolfs, en 1892, reportó y describió por primera vez en el sur de la Florida a *Sclerotium rolfsii*_Sacc. causando la enfermedad Tizón del Sur en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*. Mill.), muchos estudios se han desarrollado sobre este importante hongo fitopatógeno. A pesar de ello, el organismo continúa causando problemas en numerosos cultivos, principalmente en regiones tropicales y subtropicales.

En la taxonomía más moderna, según Carone Dede, (1986) está contemplado en la siguiente ubicación taxonómica:

Reino: Myceteae; División: Amastigomycota; Clase: Deuteromycetes; Subdivisión: Deuteromycotina; Orden: Agonomycetales; Género: *Sclerotium* y Especie: *Sclerotium rolfsii*_Sacc.

En cuanto a los hospederos de *S. rolfsii*, Lozano y Pineda (1977) estimaron que el rango de hospedantes de este patógeno incluye más de 500 especies, ubicadas en más de 100 familias botánicas. Arnold (1986) reporta entre las principales especies hospedantes del patógeno las siguientes especies: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., *Solanum tuberosum* L., *Phaseolus vulgaris* L. *Helianthus annuus* L., entre otras.

El patógeno ataca las posturas en los semilleros durante la germinación de las semillas o posteriormente, causando lesiones en la base de los hipocotilos de las plántulas, caracterizada por hundimiento, ablandamiento y decoloración de la

corteza, justamente en la línea del suelo, donde aparece una mancha oscura en la base del tallo, que aumenta hasta que se forma un anillo a su alrededor. Cuando llega a esta fase la planta queda tan debilitada en la base del tallo que termina por caer. Los síntomas de la parte aérea son: clorosis, lenta defoliación y marchitez permanente. En las partes subterráneas la infección también progresa y causa separación de la corteza de los tejidos de la raíz (González Avila, 1988).

Sobre los tallos afectados se forma una capa de micelio extramatricial, dentro del cual se forman los esclerocios del hongo, de tamaño pequeño, 859 nm los redondos y 852-976 nm los ovoides, inicialmente blancos y posteriormente pardo oscuros (Mayea y Padrón, 1983). Los síntomas y signos del patógeno facilitan bastante la identificación de la enfermedad en el campo.

Sclerotium presenta micelio compuesto por hifas tabicadas y finas, de paredes delgadas que se integran en cordones. Las células del micelio son variables, entre 150-250 nm de largo por 2 -9 nm de ancho, con uniones características en forma de hebilla, las cuales tienen gran valor en la identificación de este hongo, (González Avila, 1988).

El hongo presenta como teleomorfo un basidiomiceto denominado primeramente *Corticium rolfsii* Curzi, después *Pellicularia rolfsii* (Curzi) West y actualmente conocida como *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu y Kimbrough (Domsch *et al*, 1980). Este estado no ha podido observarse en aislamientos ni en condiciones naturales (González ,1988).

El agente patógeno puede transmitirse por semilla (Pupo y Heredia, 1998), así como mediante esclerocios y micelio transportado por semillas agámicas de diferentes cultivos, suelo, restos de cosecha, implementos agrícolas y por el hombre mismo (González Avila, 1988).

Según Beute y Rodríguez-Kabana (1981), los esclerocios pueden sobrevivir en el suelo de 2 a 5 años, lo cual dificulta las prácticas de rotación de cultivo para su control, resaltando que alta humedad relativa y temperatura mayor de 20 °C disminuyendo su supervivencia.

Entre los factores ambientales que ejercen efecto sobre el crecimiento micelial y formación de esclerocios, se destaca la luz, que según Punja (1985) existe mejor desarrollo de *S. rolfsii* en condiciones de luz continua. Estos resultados son confirmados por Herrera *et al.* (1990), los cuales observaron los mayores crecimientos y la mayor formación de esclerocios en las variantes con luz constante y 20 horas luz, más 4 de oscuridad.

Con relación al efecto de la temperatura, Epps *et al.* (1951) señalan que temperaturas entre 25-35 °C favorece la actividad patogénica del hongo, la que disminuye por debajo de 15 °C. Weerapat y Schroeder (1966) afirman que la temperatura óptima para el crecimiento de *S. rolfsii* fue de 30-35 °C y que se detiene rápidamente cuando ésta baja a 15 °C y se eleva a 37 °C.

El efecto del pH ha sido estudiado por numerosos autores, Punja (1985), reportó que *S. rolfsii* crece mejor en los pH situados en el rango de 2 -7, siendo el óptimo entre 4 - 5.

Urquijo *et al.* (1971), encontraron que *S. rolfsii* crece mejor en suelos ácidos y Herrera *et al.* (1990) no observaron formación de esclerocios a pH entre 7 y 8, coincidiendo con los resultados obtenidos por Punja y Grogan (1982).

Otro factor ambiental importante en el desarrollo y patogenicidad de *S. rolfsii* es la humedad del suelo.

2.4. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

El tizón ceniciento del tallo del frijol causado por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, se considera de amplia distribución mundial, aunque se manifiesta con mayor severidad en las regiones tropicales y sub-tropicales, donde las temperaturas del suelo fluctúan entre 25 a 40°C.

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. es un hongo del suelo que produce importantes pérdidas en el cultivo del frijol, este patógeno, según Carone (1986) tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Clase: *Deuteromycetes*; **Orden:** *Sphaeropsidales*; **Familia:** *Sphaeropsidaceae*;
Género: *Macrophomina*; **Especie:** *M. phaseolina* (Tassi) Goid.

2.5. Métodos de Lucha.

Los métodos de lucha contra las enfermedades provocadas por hongos del suelo se distinguen de los empleados contra otros patógenos foliares. La integración de prácticas culturales como el enmendado del suelo con materia orgánica, la rotación de cultivos, el control químico, el control biológico y el manejo del riego son entre otros, factores a tener en cuenta para el control de las mismas..

2.5.1. Enmiendas orgánicas

Se ha demostrado que la mayor influencia de la materia orgánica sobre los patógenos radicales es a través de modificaciones de las actividades microbianas. El control de éstos se produce por inacción o lisis de los esclerocios o hifas, directamente o seguido de un corto período de estimulación del crecimiento. La producción de antibióticos, la competencia por los nutrientes y el parasitismo son los mecanismos a través de los cuales se ejerce el control (Whipps, 1992).

La pudrición de raíces causada por *Pythium ultimum* y *R. solani* ha sido controlada en chícharo, frijol y remolacha, incorporando al suelo un compost preparado con desechos orgánicos domésticos (Schuler *et al.*, 1989).

Wright *et al.* (1997) destacan que el porcentaje de plantas de frijol enfermas por agentes patógenos del suelo disminuyó al agregar compost de lombriz, no presentándose plantas enfermas en el tratamiento 100 % de compost. Se estima una disminución de 5.1 a 6.6 % de plantas enfermas por cada 10 puntos de porcentaje de aumento en el contenido de compost. Por otra parte una reducción de la incidencia del patógeno fue reportada por Toribio (1992), el cual, enterrando restos de hojas de plátano logró eliminar la incidencia de *S. rolfsii* en el suelo. El jugo obtenido al prensar el raquis del racimo picados en trozos pequeños también suprimió el hongo al regarse en el suelo a capacidad de campo, pues su presencia favorece que *Trichoderma spp.* y *Neurospora spp.* hagan una rápida degradación de los esclerocios, lo que demuestra la factibilidad del uso de

enmiendas de tipo orgánico para el no solo para facilitar la estructura del suelo sino también para reducir el por ciento de fitopatógenos en el mismo.

2.5.2. Rotación de cultivos.

Rosado *et al* (1985) plantean que la resistencia a *R. solani* depende del manejo dado al agrosistema y destacan que la rotación de cultivos se destaca como una técnica que garantiza una menor incidencia de hongos del suelo. Estos mismos autores encontraron que la rotación maíz-frijol reduce notablemente las pérdidas producidas por patógenos del suelo en este último.

En estudios realizados sobre sistemas de rotación Hernández (1996) destaca que en rotaciones cuyo cultivo fundamental de frío fue el frijol, presentaron densidades de esclerocios por kg de suelo significativamente superiores que aquellos donde se cultivó papa en frío.

Singh *et al.* (1996) señalan que el manejo de enfermedades mediante sistemas de rotación de cultivos puede ser un método más práctico, al intercalar cultivos no compatibles con los principales patógenos que atacan al próximo en la rotación, estos autores señalan que el ciclo de dichos cultivos es de vital importancia en este aspecto.

2.5.3. Control agrotécnico.

Las labores agrotécnicas pueden emplearse efectivamente para el combate de hongos del suelo en varios cultivos.

Ayinla y Poweell (1984) reportaron que en sistema de laboreo mínimo el ataque del tizón sureño a la soya fue más severo que en plantaciones con métodos tradicionales.

Tanaka *et al.* (1993) señalan como un método para controlar *S. rolfsii* reducir la viabilidad de los esclerocios, con el anegamiento de los suelos; esto puede ser debido a la disminución de O₂ en el suelo, producción de sustancias fungicidas (ácidos orgánicos), e incremento de organismos competitivos en el suelo. Este efecto resulta de una combinación de factores biológicos y ambientales.

Prácticamente, el mismo puede ser efectivo para controlar *S. rolfsii* en suelos que puedan ser fácilmente cubiertos con agua.

Este método, según los autores, es barato, no usa químicos, no produce residuos fitotóxicos y es muy simple su uso.

2.5.4. Resistencia Varietal

Mora y Blumm (1990) plantean que debido al alto rango de hospederos, se ha complicado el trabajo de los fitomejoradores en la búsqueda de resistencia genética a hongos del suelo.

Stockwell y Hanchey (1984) en EUA señalan que la resistencia a *R. solani* de plantas de frijol de 3 semanas se asocia a la capacidad del hongo de formar cojines de infección y penetrar el hipocotilo. Dos factores son señalados como importantes: creciente calcificación de las paredes celulares y grosor de la cutícula.

Stockwell (1986) estudió 2 factores en vivo: la calcificación de las paredes celulares en los bordes de las lesiones de *R. solani* e infusión fenólica de las paredes celulares. Este autor examinó también el papel de la cutícula en la resistencia al patógeno en plantas más viejas y encontró paredes celulares calcificadas en hipocotilos de frijoles más vigorosos.

Al trabajar con un número de variedades del germoplasma cubano, se pudo comprobar la resistencia de una de las variedades a este patógeno: Selección 11, siendo más susceptibles las variedades CC-25-9 (N) y Velazco Largo (Echevarría *et al.* 1979).

Herrera *et al.* (1990), en estudios de resistencia en el cultivo del frijol en condiciones "in vitro" encontraron una susceptibilidad total al patógeno, con un 100 % de plantas enfermas; sólo se diferenciaron en el tamaño de las lesiones, destacándose como muy sensibles las variedades Red Kloud y CC-25-9.

De cualquier forma, las fuentes de resistencia a hongos del suelo en el cultivo del frijol son escasas siendo la mayoría de las variedades cultivadas en Cuba susceptibles a estos patógenos. La búsqueda de genotipos resistentes y la

aplicación de medidas integrales de control son de vital importancia en la sustentabilidad de este cultivo.

2.5.5. Control Químico

Los intentos de control químico de hongos del suelo han sido infructuosos debido a la poca persistencia de los productos químicos, la existencia de un vasto número de hospederos, proliferación rápida de los patógenos, así como abundante producción de esclerocios, los cuales persisten en el suelo por varios años.

Sharma y Sohi (1981a) detuvieron completamente a *R. solani* utilizando Benomil, Carbendazim y Tridemorfe. Tratamientos de semilla con Benomil, sólo o con Sandovit (adherente), Carbendazim y Tridemorfe presentaron máxima protección pre y post-emergente, con una reducción de la mortalidad entre un 56 % a 14 %.

Pozo (1990) obtuvo buenos resultados empleando Benzotiazol, Thiram, y Carboxin + Thiram en tratamientos a la semilla en la variedad de frijol Carioca en el control de enfermedades radicales.

Herrera *et al.* (1988), probaron el PCNB, Benomil y Basamid obteniéndose los mejores resultados con Benomil. Este producto ejerció buen control en tratamientos preventivos y curativos en condiciones controladas, coincidiendo con Davis *et al* (1981) quienes plantean buen efecto del Benomil contra patógenos del suelo aplicado a la semilla.

Algunos fungicidas como el Pentacloronitrobenceno (PCNB), mostraron eficiente control de *S. rolfisii*, pero su empleo aumenta la población de *Fusarium* y de *Pythium*, en el suelo (Lockwood, 1976).

2.5.6. Control biológico

Debido a que el control químico del agente patógeno es costoso, el control cultural difícil de aplicar, y se carece de variedades resistentes, surge la alternativa del control biológico como una posible solución.

Elad *et al.* (1989) destacaron que el control biológico de patógenos habitantes del suelo, mediante la adición de microorganismos antagonistas era una medida

eficiente para controlar las enfermedades de las plantas, desechando incluso el empleo de productos químicos.

Entre los microorganismos más empleados en el control biológico de hongos fitopatógenos del suelo se destaca el género *Trichoderma*, el cual ha sido investigado por diferentes autores (Papavizas, 1985; Punja, 1985).

Entre las especies de *Trichoderma* más empleadas como control biológico se destacan:

T. harzianum Rifai, *T. hamatum* (Bon) Bari, *T. viride* Pers., *T. koningii* Oud, *T. pseudokoningii* Rifai, *T. aureoviride* Rifai, y *T. polysporum* (Link ex Pers.) Rifai.

Sobre este género muchos investigadores han reportado el efecto en la reducción de enfermedades en diferentes cultivos causadas por patógenos del suelo como:

Rhizoctonia solani Kuhn (Galindo *et al.*, 1992; Askew *et al.*, 1994; Lo *et al.*, 1996; Kimm *et al.*, 1997).

Meléndez *et al.* (2002) obtuvieron buenos resultados con el empleo de *Trichoderma viride* tanto en semillero como en plantación en el cultivo de la cebolla (*Allium cepae* L.) en la zona de Banao..

S. rolfsii Sacc. (Wang, 1989; Silveira *et al.*, 1994; Abada, 1995; Benjamou y Chet, 1996)

Otro hongo usado como antagonista es el caso de *Gliocladium virens*, el cual Phillips (1986) lo reporta parasitando y causando reducción de la supervivencia de esclerocios de *S. rolfsii* en el suelo. Sobre este antagonista Papavizas y Lewis (1989) plantean que suprime la pudrición del pie en habichuela causada por *S. rolfsii*, con una reducción entre 40 y 90 % de las afectaciones al cultivo, resultados similares obtuvieron Kimm *et al.* (1997a).

Otros microorganismos han sido reportados como antagonistas de hongos del suelo, entre los que se encuentran:

- *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*, *Geotrichum spp* y *Bacillus subtilis* como antagonistas de *S. rolfsii* (Alagesa (1994; Kimm *et al.* 1997 b).

- *Pseudomonas fluorescens* como antagonista de *R. solani*, *S. rolfsii* y *M. phaseolina*. (Catteland, 1994, Thrane *et al*,2001)

- *Pseudomonas cepacea* y *Bacillus cereus*, como antagonistas e *R. solani*. (Echávez *et al*. 1997).

De cualquier forma muchos son los reportes sobre la utilización de microorganismos como antagonistas de los principales hongos fitopatógenos del suelo, sin embargo esta práctica debe ser extendida mucho más pues los tratamientos de semilla de forma comercial en el mundo desarrollado continúan haciéndose en gran medida con productos químicos como se explicó anteriormente.

3. Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron, en las Fincas “Vizcaya” y “Labrador” pertenecientes a las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) “Vizcaya” y “Jesús Menéndez”, respectivamente; ubicadas en la Empresa Azucarera “Abel Santamaría”, municipio Encrucijada, provincia Villa Clara: en los períodos comprendidos de enero-mayo de 2007 y 2008.

3.1. Evaluación de la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. 2007.

El experimento se desarrolló en la Finca “Vizcaya”.

Se utilizaron 51 variedades comerciales y no comerciables de frijol común (MINAGRI, 2006) (tabla1 anexo) sembradas a una distancia de 0.45 m x 0.10 m en un diseño en bloques al azar con dos repeticiones, en un suelo Fersialítico pardo rojizo mullido (Hernández *et al*, 1999). Se sembraron dos surcos de 5 m de largo por variedad, con un promedio de 100 plantas por tratamiento.

Fecha de siembra: 20-01-07

Cultivo anterior: *Zea mays*

Las evaluaciones se realizaron semanalmente y consistieron en la determinación de las plantas afectadas por los hongos fitopatógenos, por tratamiento. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Fitopatología del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.

3.2. Evaluación de la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. 2008.

El experimento se desarrolló en la Finca “Labrador”. 2008

Se utilizaron 9 variedades (tabla 2 anexo) sembradas a una distancia de 0.45 x 0.10 m en un suelo Pardo sialítico mullido con carbonatos (Hernández et al, 1999) en un diseño en bloques al azar con 9 tratamientos (variedades) y 2 repeticiones. Se sembraron 4 surcos de 5 m de largo, por repetición.

Fecha de siembra: 18-01-08

Cultivo anterior: *Saccharum* spp.

Las evaluaciones se realizaron similares al acápite 2.1

3.3. Influencia de la fertilización en la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el frijol común. Finca “Vizcaya”. 2007

Se utilizó la variedad Bat 482 (blanca) a una distancia de 0.45 m x 0.10 m, sembrada en un diseño en bloques al azar con 5 tratamientos y 2 repeticiones.

Los tratamientos fueron:

1. Testigo absoluto (sin fertilización).
2. Urea 46 %. 70 kg/ha, en siembra.
3. Compost (Residuos de Centro de Acopio) 4t/ha en el fondo del surco (Dávila, 2008)
4. Micorriza 1 kg/10 kg de semilla, mediante el proceso de peletización.
5. *Rhizobium* 1 kg/ qq de de semilla, mediante el proceso de peletización.

Fecha de siembra: 20-01-07

Cultivo anterior: *Zea mays*

Las evaluaciones se realizaron similares al acápite 2.1

3.4. Influencia de la fertilización en la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el frijol común. Finca "Labrador". 2008

Los procedimientos realizados fueron similares a los expuestos en el acápite anterior.

Fecha de siembra: 18-01-08

Cultivo anterior: *Saccharum spp.*

Las evaluaciones se realizaron similares al acápite 2.1

Procesamiento estadístico de los datos

En los experimentos de fertilización se realizaron pruebas de comparación de proporciones. En el experimento de variedades se realizó un análisis cluster, para agruparlas según las afectaciones por los hongos estudiados, tomando la

distancia euclidiana y utilizando el método del vecino más cercano. Se empleó el paquete estadístico Statgraphics plus versión 5.0 sobre Windows.

Los datos de precipitaciones fueron aportados por la sala de análisis de la empresa.

4. Resultados y Discusión

4.1. Incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en variedades de frijol común. (2007 y 2008).

Los resultados de las afectaciones causadas por hongos el suelo en las 51 variedades estudiadas se muestra en la Tabla 1 (Anexos)

Los resultados del análisis cluster, el cual nos permite agrupar las variedades estudiadas respecto sus afectaciones por las especie de hongos fitopatógenos, mostraron que para *R. solani* se establecieron 4 clases o grupos, destacándose las variedades CC 25-9 y Bat 482 (Blancas), con los mayores porcentajes de afectación (tabla 5), con diferencias entre ellas. Le siguen las variedades M-112, ENAR 3 (Rojas), Guamá 23 (Jaspeada) y Bonita 11 (Blanca). El resto de está compuesto por 38 variedades, donde predominan las de color negro. (tabla 4)

Tabla 4. Agrupamiento según el porcentaje de afectaciones causadas por *R. solani*. 2007

Cluster	Miembros	Porcentaje	Variedades
1	38	86.36	1,22,15,29,2,10,20,5,14,17,49,50,27,42,44,28,30,39,18,6,23,47,3,8,4,19,24,9,43,26,25,46,45,7,40,32,48,51
2	4	9.09	11,16,22,41
3	1	2.27	12
4	1	2.27	13

Cuando se analizaron los promedios por agrupamiento se caracterizó por ser el agrupamiento 4 el de mayor incidencia. (tabla 5)

Tabla 5. Promedio de afectaciones por agrupamiento (Centroides)

Cluster	<i>R. solani</i>
1	2.8602
2	7.6775
3	10.1200
4	12.3100

Es de destacar los resultados obtenidos con un grupo de variedades del tipo ENAR (Ensayos regionales de adaptación y rendimiento), de color negro, 2,5,6,7,8,9, y 10, las que no presentaron afectaciones por la especie *R. solani*.

Estos resultados respecto a las variedades del tipo ENAR negras coinciden con los obtenidos por Delgado (2006) quien evaluó la colección de variedades de frijol común del Centro de Investigaciones Agropecuarias y reportó la no presencia de ataques en las variedades tipo ENAR negro.

En cuanto a las afectaciones por *S. rolfsii*, el análisis cluster muestra 4 agrupamientos, donde el 81.82 % de las variedades estudiadas presentan valores promedios de afectación de 1.59 %. (tablas 6 y 7)

Tabla 6. Agrupamiento según el porcentaje de afectaciones causadas por *S. rolfsii*. 2007

Cluster	Miembros	Porcentaje	Variedades
1	27	81.82	1,13,14,2,47,17,18,25,30,31,6,9,7,8 10,12,42,22,29,15,16,21,43,32,40,4,46
2	1	3.03	5
3	4	12.12	19,20,23,11
4	1	3.03	49

Tabla 7. Promedio de afectaciones por agrupamiento (Centroides)

Cluster	<i>S. rolfsii</i>
1	1.59926
2	6.18000
3	4.51000
4	7.22000

Se destacan como las más afectadas las variedades ENAR 9 (B), Guira 89 (N), CIAP 7247 (N), Lewa (B) y Guamá 23 (jaspeada) y BAT 58 (N), con valores de 7.22, 5.15, 4.52, 4.22, y 6.18, respectivamente. Al igual que en el caso de *R. solani* las variedades del Tipo ENAR negro, 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 no presentaron afectaciones por este hongo fitopatógeno. (tabla 1 anexo)

En el caso de *M. phaseolina*, las afectaciones fueron menores en las variedades estudiadas. Se destacan 33 variedades que no presentaron afectaciones por el hongo. (Tabla 1). En general las afectaciones por esta especie fueron muy bajas con promedios de 0.5 a 3.09 % de plantas afectadas. (tablas 8 y 9)

Tabla 8. Agrupamiento según el porcentaje de afectaciones causadas por *M. phaseolina*. 2007

Cluster	Miembros	Porcentaje	Variedades
1	6	33.33	1,27,2,18,47,6
2	8	44.44	42,23,20,17,9,10,8,3
3	1	5.56	4
4	3	16.67	5,14,21

Tabla 9. Promedio de afectaciones por agrupamiento (Centroides)

Cluster	<i>M. phaseolina</i>
1	1.970
2	0.965
3	0.500
4	3.090

4.2. Evaluación de la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (2008)

Sclerotium rolfsii, *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia solani* fueron las especies que afectaron las variedades estudiadas en el experimento desarrollado en el suelo Pardo sialítico mullido, en el 2008. *S. rolfsii* fue la especie que mayores afectaciones causó, con valores de proporciones de 0.05 (5 %).

Todas las variedades estudiadas fueron afectadas por las especies de hongos fitopatógenos que incidieron en el cultivo, aunque las mayores proporciones se

encontraron en BAT 482 y Judía Blanca, y las menores en Guira 89 y Bat 58 (Negras). (Tabla 10)

Nuestros resultados en cuanto a las mayores afectaciones en variedades blancas y rojas respecto a las negras, coinciden con los resultados de Guevara *et al* (1986) Herrera *et al* (1988) y Díaz *et al* (2000), y Reinaldo (2005) Estos autores atribuyen este comportamiento a la presencia de sustancias de origen fenólico en la testa de la semilla, además de la mayor velocidad de germinación con una rápida ruptura del tegumento, al contrario de las variedades de testa negra, las que presentan menor velocidad de germinación y la testa se queda fuertemente adherida a los cotiledones.

Tabla 10. Incidencia de *R. solani*, *S. rolfsii* y *M. phaseolina* en variedades de frijol común (2008)

No.	Variedad	Color de la testa	Proporción de plantas afectadas		
			<i>R. solani</i>	<i>S. rolfsii</i>	<i>M. phaseolina</i>
1	Guira 89	Negra	0.010 a	0.020 a	0.015 a
2	Bat-58	Negra	0.015 a	0.020 a	0.015 a
3	CC-25-9-R	Roja	0.020 a	0.030 a	0.025 ab
4	CC-25-9-C	Colorado	0.020 a	0.040 ab	0.025 ab
5	Delicias 364	Roja	0.020 ab	0.030 a	0.025 ab
6	Velazco largo	Roja	0.030 b	0.045 b	0.025 ab
7	Bat-202	Roja	0.030 b	0.045 b	0.035 b
8	Bat-482	Blanca	0.035 b	0.055 b	0.035 b
9	Judía blanca	Blanca	0.030 b	0.055 b	0.035 b

Medias con letras desiguales en el sentido de las columnas difieren para $P < 0.05$ por prueba de comparación de proporciones

Wyatt (1977) demostró que cultivares de testa blanca tenían células con mayor porosidad que las pigmentadas, por lo que absorben agua más rápidamente que las otras. Prasad y Weigle (1975) plantean que los extractos de las semillas negras contiene fenoles que inhiben a *R. solani*.

Hernández Durán (2007) al evaluar la respuesta de las 13 variedades de frijol utilizadas en la inoculación artificial con la cepa CCibp-MP 2 la cual mostró una mayor agresividad en los ensayos de patogenicidad; constató que los genotipos utilizados respondieron diferencialmente frente al patógeno. *Phaseolus acutifolium* fue la especie que mayor resistencia mostró a la infección de *M. phaseolina*, sin embargo los genotipos CCueto 25-9, Cut 53 y CIAP 72-47 (negras) expresaron adecuados niveles de resistencia parcial, los cuales pueden ser útiles para la búsqueda de una resistencia durable en programas de mejoramiento genético. Por otra parte los genotipos CCueto 25-9 B, Bat 482 B y Velasco largo R, fueron muy susceptibles al patógeno. De la Garza y Díaz (1989) encontraron mostraron una moderada resistencia de *Phaseolus acutifolium* frente a *Macrophomina phaseolina*.

Songa *et al*, (1997) y Miklas *et al.*, (1998) en evaluaciones realizadas sobre genotipos de frijol, señalaron que aquellas variedades con ciclo biológico tardío mostraron menor daño por pudrición carbonosa, en comparación con genotipos con ciclo biológico corto. Smith y Carvil (1997) en el cultivo de soya determinaron que ningún genotipo evaluado en condiciones de campo fue inmune frente a *M. phaseolina*.

Algunos autores han encontrado relación entre la resistencia a *M. phaseolina* y la tolerancia a la sequía, debido a que genotipos resistentes al hongo (BAT 477, SEQ12 y Negro 8025) han mostrado tolerancia (Acosta *et al*,1998).

González (2007) encontró mayores afectaciones por *M. phaseolina* en los genotipos de color rojo y blanco. Los resultados obtenidos coincidieron con los referidos por Mayek Pérez *et al.* (2001), Mayek Pérez *et al.* (2002) y Beas

Fernández *et al.* (2004) quienes refirieron que los genotipos de testa negra muestran mayor resistencia al patógeno que los de testa roja, beige o jaspeado.

Mora y Blumm (1990) plantean que debido al alto rango de hospedantes se ha complicado el trabajo de los fitomejoradores en la búsqueda de resistencia genética a hongos del suelo.

En sentido general, las mayores afectaciones fueron ocasionadas en el 2007 por *R. solani* y en el 2008 por *S. rolfsii*. Al analizar las condiciones de cada experimento, de acuerdo a las precipitaciones y el riego (Tabla 11) vemos que en el 2007 hubo mayor humedad en el suelo, garantizada por un mayor número de riegos (7) y las precipitaciones, que fueron más espaciadas (10 días con lluvia) aunque en menores cantidades, mientras que en el 2008, hubo menos días con lluvia y menos riego. Estas condiciones favorecieron que en el 2007 incidiera más *R. solani*, que se ve favorecida por alta humedad en el suelo, mientras que *S. rolfsii* se va afectado en estas condiciones. Lo contrario ocurrió en el 2008.

Tabla 11. Precipitaciones y riegos durante el ciclo del cultivo

mes	2007			2008		
	mm	días con lluvia	No. de riegos	mm	días con lluvia	No. de riegos
enero	13	1	2	152	1	0
febrero	64	2	3	10	1	1
marzo	50	5	2	85	0	0
abril	58	2	0	194	7	0
Total	185	10	7	441	10	1

La humedad del suelo constituye un factor determinante para la actividad biológica de *Rhizoctonia solani*. En este sentido Beute y Rodríguez-Kabana (1981) señalan que el hongo es capaz de sobrevivir durante muchos años tanto en períodos de humedad como de sequía. Warren (1985) plantea que en Zimbabwe los problemas de enfermedades en el frijol son relativamente bajos, ya que éste se siembra únicamente en la época seca; solamente en las dos estaciones de investigación de las estepas, bajo riego por aspersión, hay una mayor incidencia de *R. solani*. Mustade (1986) encontró que para diversos patógenos del suelo, la humedad de éste, cuando alcanza valores próximos a la saturación favorece el proceso infeccioso. Este autor plantea que se debe evitar la siembra en época muy lluviosa, donde es mayor la incidencia del patógeno. Al respecto, Herrera *et al.* (1988) en frijol, obtuvieron los porcentajes más altos de damping-off preemergente por *R. solani*, en las variantes de mayor contenido de agua en el suelo. Díaz *et al.* (2000) encontraron las mayores afectaciones en época temprana, donde se registraron precipitaciones superiores a las registradas en nuestro experimento, incluso superiores a la media de 20 años.

En cuanto a *S. rolfsii*, Beute y Rodríguez-Kabana (1981) plantean que la supervivencia de los esclerocios del hongo disminuye en condiciones de alta humedad. Herrera *et al.* (1990) destacan que el micelio de *Sclerotium rolfsii*, en condiciones de alta humedad se reduce en viabilidad a partir de los 7 días. Estos Tanaka *et al.* (1993) señalan como un método para controlar *S. rolfsii*, reducir la viabilidad de los esclerocios, con el anegamiento de los suelos; esto puede ser debido a la disminución de O₂ en el suelo, producción de sustancias fungicidas (ácidos orgánicos), e incremento de organismos competitivos en el suelo. Este efecto resulta de una combinación de factores biológicos y ambientales. Prácticamente, el mismo puede ser efectivo para controlar *S. rolfsii* en suelos que puedan ser fácilmente cubiertos con agua.

Ghini *et al.* (2006) confirman que la supresividad del suelo sobre los hongos, está dada por factores bióticos y abióticos, en un complejo y diverso conjunto de mecanismos.

4.3. Influencia de la fertilización en la incidencia de enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del fríjol común. 2007 y 2008.

En los experimentos realizados sobre la influencia de la fertilización los resultados mostraron que las menores afectaciones se presentaron en los tratamientos con compost en el fondo del surco, micorrizas y *Rhizobium* aplicados a la semilla, superiores al tratamiento químico (Urea 46 %) y al testigo absoluto. (Tablas 12 y 13).

Tabla 12. Influencia de la fertilización en la incidencia de enfermedades. 2007.

Tratamiento	<i>R. solani</i>	<i>S. rolfsii</i>	<i>M. phaseolina</i>
1- T	0.065 a	0.000	0.030 a
2- U	0.050 b	0.000	0.025 b
3- C	0.020 c	0.000	0.015 c
4- M	0.010 c	0.005	0.000 c
5- R	0.000 d	0.000	0.000 d

Proporciones con letras diferentes en el sentido de las columnas difieren por la prueba de comparación de proporciones.

Legenda: T- Testigo, U- Urea, C- Compost, M- Micorrizas, R- Rhizobium.

Tabla 13. Influencia de la fertilización en la incidencia de enfermedades. 2008

Tratamiento	<i>S. rolfsii</i>	<i>R. solani</i>	<i>M. phaseolina</i>
1- T	0.085 a	0.020 a	0.030 a
2- U	0.100 a	0.030 a	0.030 a
3- C	0.050 b	0.015 b	0.025 b
4- M	0.030 b	0.015 b	0.025 b
5- R	0.030 c	0.015 b	0.025 b

Proporciones con letras diferentes en el sentido de las columnas difieren por la prueba de comparación de proporciones.

Leyenda: T- Testigo, U- Urea, C- Compost, M- Micorrizas, R- Rhizobium.

Se ha demostrado que la mayor influencia de materia orgánica sobre los patógenos radicales es a través de modificaciones de las actividades microbianas. El control de estos se produce por inacción o lisis de los esclerocios o hifas, directamente o seguido de un corto período de estimulación del crecimiento. La producción de antibióticos, la competencia por los nutrientes y el parasitismo son los mecanismos a través de los cuales se ejerce el control (Whipps, 1992).

La pudrición de raíces causada por *R. solani* ha sido controlada en chícharo, fríjol y remolacha, incorporando al suelo un compost preparado, con desechos orgánicos domésticos Schuler et al. (1989). Por otra parte la utilización de compost obtenida a partir de la corteza de árboles ha sido efectivo en el control del damping-off por *R. solani* en rábano (Pérez, 1996).

Wright *et al.* (1997) destacan que el porcentaje de plantas de fríjol enfermas por patógenos del suelo disminuyo al agregar humus de lombriz, no presentándose plantas enfermas en el tratamiento 100% de compost. Se estima una disminución de 5,1 a 6,6 % de plantas enfermas por cada 10 puntos de por ciento de aumento en el contenido de compost. Por su parte Toribio, (1992) reporto una reducción de la incidencia del patógeno al enterrar restos de hojas de plátanos, logrando eliminar la incidencia de *S. rolfsii* en el suelo.

En los últimos años ha sido de interés entre los científicos e investigadores el efecto benéfico de los HMA como biocontrol de organismos fitopatógenos en el sistema suelo-planta. El efecto de las micorrizas como limitantes de las poblaciones de *R. solani* han sido probadas por Cupull et al. (2000) los que encontraron mayor porcentaje de germinación y menor ataque de este patógeno al tratar las raíces de postura de café (*Coffea arabica* L.) con estos microorganismos.

Martínez y Hernández, (1995) señalan entre las ventajas de estos microorganismos la mejora en la nutrición de la planta, la producción de sustancias activas estimuladoras del crecimiento vegetal y el beneficio en la protección del sistema radicular contra organismos fitopatógenos.

Por otra parte, en un estudio sobre la inoculación de proteínas relacionadas con la patogeneidad (quitinasa, glucinasa) en etapas temprana de la simbiosis en dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) inducidas por el HMA *Glomus clarum*, señalando que esta inducción podría contribuir al efecto protector sistémico contra patógeno (De la Noval et al. 2002).

Cuervo et al. (1998), destacan que las micorrizas vesicoarbusculares (MVA) *Glomus fasciculatus* y *G. mosseau* solas o en combinación disminuyeron el ataque de *R. solani* y *Fusarium oxysporium*. Resultados similares obtuvieron Ahmed et al. (1995) al estudiar el efecto de la inoculación con micorrizas y/o *Rhizobium leguminosarum* sobre la pudrición radical del frijol, al encontrar que las plantas micorrizadas pueden oponerse a la infección por *R. solani* mas fuertemente que las no micorrizadas. Según estos autores la severidad de la enfermedad decreció al inocular la semilla con los biofertilizantes con una reducción en la rizosfera de la cantidad de micelio de *R. solani*. Resultados similares con respecto al efecto de las micorrizas obtuvieron Yao et al. (2003) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

El uso de agentes biológicos para controlar enfermedades de las plantas no es nuevo, así como tampoco lo es la inoculación de leguminosas con *Rhizobium*. Sin embargo, el uso de microorganismos que aumenten el crecimiento de la planta para el control de una enfermedad es un nuevo umbral por explorar en el

control biológico. El control biológico de patógenos de las plantas utilizando antagonistas inalterados es muy atractivo, ya que mantiene el balance natural entre las poblaciones de microorganismos; es una respuesta favorable a las inquietudes sobre el uso de agroquímicos en la agricultura y posiblemente sea el medio de protección de plantas predilecto a muy corto plazo. A pesar de esto, todavía se necesita de investigación básica, tal como la selección del antagonista propicio compatible con las labores y prácticas realizadas en la finca, así como del estudio de la ecología y de las interacciones entre el microorganismo y el suelo (Ciampi y Tewari, 1990).

Conclusiones

Después de analizados nuestros resultados arribamos a las siguientes conclusiones

1. Las variedades más susceptibles al ataque de hongos fitopatógenos del suelo fueron las blancas, rojas y jaspeadas, con diferencias con las variedades de testa negra.
2. Las variedades del tipo ENAR negro mostraron resistencia al ataque de hongos fitopatógenos del suelo
3. La fertilización a base de compost, micorrizas y *Rhizobium* redujo las afectaciones de manera significativa comparadas con el testigo y la fertilización química.

Recomendaciones

Después de arribado a nuestras conclusiones emitimos las siguientes recomendaciones

- Continuar los estudios con las variedades del tipo ENAR para incluirlas en la estrategia varietal en el cultivo del frijol común
- Emplear la fertilización a base de compost, micorrizas y *Rhizobium* en el cultivo del frijol común para reducir las afectaciones por hongos del suelo

5. Bibliografía

- Abada, K. A. 1995. Fungi causing damping-off and root rot on sugar bet and their biological control with *T. harzianum*. Abstracts on Tropical Agric. 20(3): 147.
- Abawi, G. S., Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rot of beans in Latin American and Africa: diagnosis, research, metodologies and management strategies. CIAT.120 p. Resúmenes Analíticos sobre Frijol, XV(3): 68.1990.
- Aceves, R. de J. 1991. Etiología de microorganismos fitopatógenos. Inst. Nac. de Unvestigaciones Forestales. México. p. 36-37. Res. Anal. sobre Frijol Vol. XVI(3):33.
- Acosta, J A., Acosta, A., Padilla, S., López, E., Salinas, R A., Mayek, N y Nelly, J D (1998) Seed yield of dry bean cultivars under drought stress. Annu. Rep. Bean Improv. Coop.41: 151-152.
- Ahmed, M.A., Salih, E.A. and El Falal, A.B. 1995. The role of biofertilizers on suppression of *R. solani* root rot disease of broad beans. Abstract on Tropical Agriculture 20 (2): 136.
- Alagesa, B. 1994. Biological control of damping-off diseases of cotton seedling. Abst. on Trop. Agric., 19(12):140
- Allison, J.L. 1952. *Rhizoctonia solani* a foliage pathogen of foraje legumes and grasses in southeastern United States. Abstr. Phytopathology 42:281
- Arnold, R.W.G. 1986. Lista de hongos fitopatógenos de Cuba. Revisada y ampliada. Edit. Cient. Técnica. Ciudad de La Habana. Cuba. 206 p.
- Askew, D.J. and Laing, M.D. 1994. In vitro, screening off 118 *Trichoderma* isolates for antagonism to *R. solani* and on evaluation of differential

- environmental sites of *Trichoderma* as source of aggressive strains. Abst. on Trop. Agric. 19(9):66.
- Ayinla, M. and Powell, W. M. 1984. The effect of conservation tillage and rotation with grain sorghum on soybeans diseases. Phytopathology 74(7): 814. Abstracts.
- Barnes, J.C., Csinos, A.S. and Hook, J.E. 1990. Effects of fungicides, cultivars irrigation and environment on *Rhizoctonia* limb rot of peanut. Plant Disease. 76:671-676.
- Beas Fernández R, Reyes Franco M C, Medina Fernández M, Hernández Delgado S y Mayek Pérez N (2004) *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de Aguascalientes: Relación Patogénica y Genética con Aislamientos de Otras Regiones de México.
- Benjamou, N. and Chet, I. 1996. Parasitism of sclerotias of *S. rolfsii* by *T. harzianum*: ultraestructura and cytochemicals aspects of the interaction. Phytopathology 86(11): 405-416.
- Beute, M.K. and Rodríguez-Kabana, R. 1981. Effects of soil moisture, temperature and field environment on survival of *S. rolfsii* in Alabama and North Carolina. Phytopathology 71:1293-1296.
- Carone Dede, Margarita.1986. Micología. Edit. Pueblo y Educación. 327 p.
- Cattelan A.J. 1994. Antagonism of fluorescent *Pseudomonas* to phytopathogenic fungi from soil and soybean seeds. Abstract on Trop. Agric. 19(11):124
- Cedeño, L. 1978. Características culturales, condición nuclear y grupos de anastomosis en aislamientos de *R. solani* Kuhn. Agronomía Tropical 28:151-161.

- CIAT (1982) Guía de estudio. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Colombia. pp 50
- CIAT. 1988. Pudriciones radicales del frijol y su control. Unidad Auditorial. Guía de estudio. 52 p. Resúmenes Analíticos sobre Frijol, Vol. XIII (1): 50.
- Cupull. S. R., Sánchez C., Ferrer M. Cupull Santana, María del C. y Navarro C.P. 2000. Efecto de *Trichoderma*, *Azotobacter* y Micorrizas como estimulantes y de control de *R. solani* en el suelo, en la producción de posturas de cafeto. C.A. Año 27. No. 4. oct-dic. pp. 23-28.
- Cuervo, U. Y., Soroa, C.A. y Basante, B.G. 1998. Respuesta del chile inoculado con micorrizas al ataque de *F. oxysporium* y *R. solani* durante el transplante bajo condiciones de invernadero. Tercer Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Junio 1-5. La Habana. Cuba. Resumen. p. 466.
- Chailloux, M., Hernández, G., Faure, B., y Caballero, R (1996) Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2): 98-107. Costa Rica.
- Dávila A. 2008. Elaboración de compost a partir de residuos de centro de acopio y su evaluación alternativa como abono orgánico. Tesis en opción al grado de Master en Agricultura sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. 75 p.
- De la Garza, J L y Díaz, A (1989) *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, Un patógeno importante en los cultivos. Folleto técnico # 2.
- De la Noval, Blanca; J. F. Delgado; V. Olalde y N. Martínez. (2002). Inducción de proteínas relacionadas con portogenecidad por micorrizas arbusculares y sistemina. Resúmenes del XIII Seminario Científico. La Habana: INCA12-15 noviembre p.128.

- Delgado M. 2006. Las enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol común. Medidas de lucha. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. 34 p.
- Díaz M. y Herrera Isla 2000. Incidencia de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina* en diferentes variedades de frijol común en tres épocas de siembra. Centro Agrícola No. 2. Año 27. abril-junio. Pag. 56-62.
- Díaz M. y Herrera Isla L. 2000. Efecto de diferentes tratamientos de semilla en la variedad de frijol Mulangri-112 contra enfermedades causadas por hongos del suelo. Centro agrícola N0. 3. Año 27. julio- septiembre. Pag. 30-34.
- Echávez, R.; Gómez, J.E. 1997. Rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (RDCP) controlan *R. solani* y *M. phaseolina* en Puerto Rico. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Libro de Resúmenes. Uruguay. Montevideo, p. 290.
- Epps, W.M., Paterson, J.C and Freeman. 1951. Physiology and parasitism of *S. rolfsii*. *Phytopathology* 41(245-256):345-348.
- FAO (2006) FAOSTAT fuente. Anuario FAO. //apps.fao.org. (consultado el 5 de abril del 2007).
- FAO. 2002. Estadísticas de producciones anuales. 1999-2002.
- Finch, H. and Finch, A.N. 1987. Los hongos comunes que atacan los cultivos en América Latina. México. Trillas. 188 p.
- Fouly, H.M., Pendersen, W.L., Wilkinson, H.T. and Abd. El Khader, M. M. 1996. Wheat root rotting fungi in the old and new agricultural land of Egypt. *Plant Disease* 80(11): 1298-1300.

Galindo, J.R.; Hernández, G. y Arbólaez, G. 1992. Control biológico de tres hongos causantes de enfermedades en coliflor, y pepino. Resúmenes. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Montevideo. Uruguay.

González, A. Mirta. 1988. Enfermedades fungosas de frijol en Cuba. Edit. Cient. Técn. La Habana. 152 p.

González Martínez Disley. 2007. Micoflora patogénica en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y habichuela (*Vigna unguiculata sesquipedalis*), su efecto en la germinación, y su control. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Hhg p.

Goulart, A.C. P. 1986. Doencas do feijoeiro na regio norte do Minas Gerais. Fitopatologia Brasileira 13(3): 230-232. Resúmenes Analíticos sobre Frijol XV (2): 97.

Guevara, Verónica, Herrera, I. L., Camara, M. y Galantai, E. 1986. El color de la semilla del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con la resistencia al ataque de *Rhizoctonia solani*. Centro Agrícola, 13(1): 3-6.

Hernández Durán Y. 2007. Caracterización morfológica, cultural y patogénica de aislados de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., para la evaluación de diferentes estrategias de control. Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV.

Hernandez, A. J., Moralez, M. y Morell, F. 1999. Nueva Versión de Clasificación genética de los Suelos de Cuba. Instituto de suelos (MINAGRI). AGRINFOR, La Habana, 64 pp. Centro Agrícola, año 30, Número 2, Abril-junio 2003, ISSN: 0253-5785.

- Herrera, L (1988) Camara M, Galantai E. Bioecología y métodos de lucha contra Hongos fitopatógenos del suelo en Cuba." UCLV, pp 141.
- Herrera, I. L.; Camara, M. y Milanés, P. 1990. Bioecología y métodos de lucha contra hongos fitopatógenos del suelo.en Cuba. III. UCLV. 141 p.
- Kataria, H.R. and Grover, R.K. 1992. Influence of soils factors fertilizers and manure on pathogenicity of *R. solani* on *Vigna* species. Abst. on Trop. Agric. 13(11):104.
- Kim, D.S.; Cook, R. J. and Weiller D. M. 1997. *Bacillus spp.* (Lt-324-92), biological control of three root disease of wheat growth with reduced tillage. Phytopatology 87(5): 551-558.
- Laroche, J.P., Jabaji-Hare, S.H. and Charest, P.M. 1992. Differentiation of two anastomosis group of *R. solani* by isozyme analisis. Phytotop. 82:1887-1893.
- Lo, C-T., Nelson, E.B.; Harman, G.E. 1996. Biological control of turfgrass disease with a strain competent of *Trichoderma harzianum*. Plant Disease 80(17): 736-741
- Lozano, Z.E. y Pineda, B. 1977. Estudios preliminares sobre control biológico de *S. rolfsii* en el Departamento de Córdoba. Fitopatología Colombiana, 6(1): 67-72.
- Lucas, B.G. 1969. Enfermedades del Tabaco. I.C.L. 2^{da} Ed. 711 p.
- Llacer, G., López, M.M., Trapero, A. y Bello. A. 1996. Patología Vegetal. Tomo II. Sociedad Española de Fitopatología. p. 703-1164. Edit. Phytoma
- Macnish, G.C. and Neate, S.M. 1996. *Rhizoctonia* bare patch of cereals. An Australian Perspective. Plant Disease 80(9):965-971.
- Martínez, L., Bernsten, R y Zamora, M (2004) Estrategias de Mercado para el frijol Centroamericano. Agronomía Mesoamericana. 2 (15): pp 121-130.

Martínez, V. R. G. Hernández. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura Cubana. Resúmenes del II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana: ACAO, 17-19 de mayo p.85.

Mayek Pérez N, Pedroza Flores J A, Villarreal García L A y Valdés Lozano C G S (1995) Factores genéticos y ambientales relacionados con la dinámica temporal y efecto de las enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Marín, Nuevo León, México. Rev. Mex. Fitopatol. 13: 1-9.

Mayek Pérez N, López Castañeda C, González Chavira M, García Espinosa R, Acosta Gallegos J, Martínez de la Vega O y Simpson J (2001 a) Variability of Mexican isolates of *Macrophomina phaseolina* based on pathogenesis and AFLP genotype. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 59:257-264.

Mayek Pérez N, López Castañeda C, López Salinas E, Cumpián Gutiérrez J y Acosta Gallegos J A (2001 b) Resistencia a *Macrophomina phaseolina* en frijol común en condiciones de campo en México. *Agrociencia* 35(6):649-661.

Mayek Pérez N, López Castañeda C, López Salinas E y Acosta Gallegos J A (2001 c) Herencia de la resistencia genética a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en frijol. *Agrociencia* 35(6): 637-648.

Mayek Pérez N, López Castañeda C y Acosta Gallegos J A (2002) Reacción de germoplasma de *Phaseolus* sp. a *Macrophomina phaseolina*. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:35-42.

Mayea, S. y Padrón, J. 1983. Bacterias y hongos fitopatógenos. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 233 p.

- Mayea, S., Herrera I. L. y Andreu, C. M. 1983. Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba Edit. Pueblo y Educación. 425 p.
- Macnish, G.C. and Neate, S.M. 1996. *Rhizoctonia* bare patch of cereals. An Australian Perspective. Plant Disease 80(9):965-971.
- Meléndez J., Herrera Isla L., Santana M. 2002. Estudio de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la cebolla en la zona de Banao. Centro Agrícola No. 2. Año 29/ abril-junio. pp. 51-54.
- Mendoza, C., Borges, F y Debrot, C E (1989) Herencia de la resistencia del frijol (*Vigna unguiculata* (L). walp) al virus del mosaico severo del caupi. Fitopatología Venezolana. Venezuela. (2) pp 26.
- Miklas, P N y Beaver, J S (1998) Inheritance and QTL analysis of field resistance to ashy stem blight in common bean. Crop Science. 38: 916-921.
- Miklas, P N., Schwartz, H F., Salgado, M O., Nina, R y Beaver, J S (1998) Reaction of selected tepary bean to ashy stem blight and Fusarium wilt. HortScience. 33: 136-139.
- MINAGRI. 2006. Lista oficial de variedades comerciales. Registro de variedades comerciales. Subdirección de certificación de semilla. CENSA. Cuba. 41 p.
- Mora Floribet y Blumm, K.L. 1990. Virulencia de aislamientos locales de *R. solani* en frijol de invernadero. Agronomía Costarricense, 14(2):247-250.
- Mustade, J.M. 1977. Les légumineuses: haricot guide pratique defense des cultures rwandases. Rwanda Note Technique No. 9:37-40. R.A.F. XI (1): 99.

- Obando, G.L. y Arias, F.S. 1982. Evaluación del sistema maíz-frijol arbustivo en el Departamento de Nariño. I.C.A. Colombia. Res. Anal. sobre Frijol, XI(2): 23
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*. Biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytop. 23:23-53.
- Peña-Cabriales. J.J. 2002 La fijación de biológica de nitrógeno en A.L. El aporte de las técnicas isotópicas. Ed. IMPROSA, SA.de C.V. Inaguato. México. 120 p.
- Pichardo, S. 1990. Evaluación del PCNB en el control de la pudrición radicular causada por *R. solani* en el frijol común. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. Vol. 1(3): 43-48. ISCA, Managua, Nicaragua.
- Pozo, O.R. 1990. Efecto de 5 fungicidas aplicados a la semilla para el control de enfermedades radicales del frijol. Tesis. Ing. Agron. Univ. Auton. Bolivia. 112 p. Res. Anal. sobre Frijol XV(2):85.
- Punja, Z.K. and Grogan, R.G. 1982, Effects of inorganics salts, carbonate, bicarbonate anions, ammonia and the modifying influence of pH on sclerotial germination of *S. rolfsii*. Phytopathology 72:635-639.
- Punja, Z.K. 1985. The biology, ecology and control of *S. rolfsii*. Ann. Rev. Phytopathology 23:97-127.
- Pupo, Elsie; Heredia, I. 1998. Lista de hongos asociados a la semilla. Boletín Técnico No. 1. Feb. 1989. IISV. Cuba. 47 p.
- Phillips, A.J.L. 1986. Relationship of *R. solani* inoculum density to incidence of hypocotil rot and damping-off in dry edible beans. Res. Anal. Sobre Frijol, XV (3): 89.
- Rajnaut, G.L. and Hill, A.S. 1994. Web blight of cowpea occurrence and distribution in Trinidad. Abstract. on Trop. Agric. 19(6): 130.

- Reinaldo, Iglesias, Yanet. 2005. Influencia de la variedad y el tratamiento a las semillas en la incidencia, de enfermedades causadas por hongos del suelo en el cultivo del frijol comun. Trabajo de Diploma (2005-2006). pp. 1-30.
- Seidel, D. 1976. Lista preliminar de hongos fitopatógenos de Cuba. I.C.L. 186 p.
- Schuler, C. 1989. Suppression of root rot on pea beans and beetroots caused by *P. ultimum* and *R. solani* through amendment of growing media into compost household waste. Journ. of Phytopat. 127:227.
- Sherwood, R.T. 1969. Morphology and physiology in anastomosis group of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology. 59:1924-1929.
- Sharma, S.C. y Sohi, H.S. 1981. Effects of different fungicides against *R. solani* root rot on french bean. Indian. Journ. of Microbiology and Plant Pathology 82:216-220. Res. Anal. sobre Frijol. X(1):60.
- Silveira, M. S, Michereffi, S. J., Menezes, M. and Takaka, G.M. 1994. Potentials of isolate of *Trichoderma spp* in the control of *S. rolfsii* on beans. Abstract on Trop.Agric. 19(11): 125.
- Singh S.K., Nene, Y. L., Reddy, M. V. 1996. Influence of cropping systems on *M. phaseolina* populations in soil. Plant Dis. 74(10):812-814.
- Songa, W., Hillocks, J., Mwangi'mbe, A W., Buruchara, R y Ronno, W K (1997) Screening common bean accessions for resistance to charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) in Eastern Kenya. Expl. 33: 459-468.
- Stockwell, W. 1986. Mechanism of resistance of bean plants to *R. solani*. Ph. D. Thesis. Colorado St. USA. Res. Anal. sobre Frijol XI(1):101.
- Tanaka, K., Mizokami, H., Motomura, T. and Inada, M. 1993. Effect of soil submerging on the sclerotial survival of *S. rolfsii*. Bull. of The Fac. of Agric Saga University N°. 76:87-93.

- Thrane, C., M. N. Nielsen, et al. (2001). "Pseudomonas fluorescens DR54 Reduces Sclerotia Formation, Biomass Development, and Disease Incidence of Rhizoctonia solani Causing Damping-Off in Sugar Beet." Microb Ecol 42(3): 438-445.
- Toribio, J. A. 1992. Prospection de materiaux organiques utilisables en amendement do sol pour controler le *S. rolfsii* Sacc. Poecceding Caribbean Food Crops. Soc. Ann. Meeting 20:296-300. Resúmenes Analíticos sobre Frijol XVI (3): 34.
- Urquijo, P., Sardiñas, J. R. y Santaolalla, S. A. 1971. Patología Vegetal Agrícola. 2^{da} Edición. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 755 p.
- Warren A. 1985. Zimbabwe: Bean diseases. In: Bean production in Tanzania, Malawi, Zambia and Zimbabwe. Report of a bean Information. RAF. No.1 1985. p. 67.
- Weerapat, P. and Schroeder, H. M. 1966. Effect of soil temperature on resistance of rice to seddling blight caused by *S. rolfsii*. Phytopathology 56(6): 640-644.
- Whipps, J. M. 1992. Status of biological disease control in Horticulture, biocontrol Science and Technology 2.3-24.
- Wright, E.R., Rivera, M.C., López, M.V. y Fabrizzio, M. 1997. Evaluación de un compost de lombriz en relación con la capacidad supresiva de *R. solani* en almácigo de zapallo blanco. Noveno Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Resúmenes. Montevideo. Uruguay. p.210.

Yao, T, Desilets M. K., H., et al. (2003). "Effect of mycorrhization on the accumulation of rishitin and solavetivone in potato plantlets challenged with *Rhizoctonia solani*." *Mycorrhiza* 13(6): 333-6.

Anexos

Tabla 1. Incidencia de hongos del suelo en variedades de frijol común. Finca “Vizcaya”

No.	Color de la testa	Variedad	% infección		
			<i>R. solani</i>	<i>S. rolfsii</i>	<i>M. phaseolina</i>
1	R	Hatuey 24	4.2	2.8	2.06
2	Crema	Wacuta	3.8	2.2	2.2
3	N	Triunfo 70	1.8	0	0.8
4	R	Rosas	2.1	0.5	0.5
5	N	BAT 58	3.2	6.18	3.09
6	R	INIVIT Puntiblanco	4.8	1.7	1.5
7	N	Tomeguin 93	1.2	1.2	0
8	N	Milagro villaclareno	1.8	1.2	0.8
9	N	Holguin 518	2.2	1.8	1.2
10	Jaspeado	Lengua de fuego	3.8	1.2	0.8
11	Jaspeado	Guamá 23	7.25	4.15	0
12	B	Cuba Cueto 25-9	10.12	1.09	0
13	B	BAT 482	12.31	3.25	0
14	N	BAT 448	3.25	3.28	3.09
15	R	Velazco largo	4.06	1.03	0
16	R	Mulangri 112	7.09	1.03	0
17	N	ICA Pijao	3.0	2.28	1.03
18	R	Cuba Cueto 25-9	3.31	2.02	2.2
19	N	Güira 89	2.12	5.15	0
20	N	CIAP 7247	3.83	4.52	1.03
21	R	CIAP 24	4.27	1.03	3.09
22	B	Bonita 11	8.06	1.12	0
23	B	Lewa	5.15	4.22	1.03
24	N	Turrialba 4	2.15	0	0
25	N	Cuba Cueto 25-9	2.03	2.03	0
26	N	BAT 304	2.24	0	0
27	R	Delicias 364	3.06	0	2.06
28	R	BAT 202	3.15	2.06	0
29	Amarillo	BAT 93	4.03	1.12	0
30	R	Red Kloud	3.12	2.06	0
31	N	ENAR 2	0	0	0
32	N	ENAR 3	1.18	1.06	0
33	N	ENAR 5	0	0	0
34	N	ENAR 6	0	0	0
35	N	ENAR 7	0	0	0

36	N	ENAR 8	0	0	0
37	N	ENAR 9	0	0	0
38	N	ENAR 10	0	0	0
39	R	ENAR 1	3.12	0	0
40	R	ENAR 2	1.2	1.3	0
41	R	ENAR 3	8.31	0	0
42	R	ENAR 4	3.06	1.09	1.03
43	R	ENAR 5	2.2	1.03	0
44	R	ENAR 7	3.09	0	0
45	R	ENAR 11	2.00	0	0
46	B	ENAR 2	2.02	0.5	0
47	B	ENAR 3	5.00	2.20	1.8
48	B	ENAR 6	1.03	0	0
49	B	ENAR 8	3.03	7.22	0
50	B	ENAR 9	3.03	0	0
51	B	ENAR 10	1.06	0	0

Tabla 2. Variedades utilizadas en el experimento

No.	Variedad	Color de la testa
1	Guira 89	Negra
2	Bat-58	Negra
3	CC-25-9-R	Roja
4	CC-25-9-C	Colorado
5	Delicias 364	Roja
6	Velazco largo	Roja
7	Bat-202	Roja
8	Bat-482	Blanca
9	Judía blanca	Blanca

Tabla 3. Caracterización química del compost elaborado con diferentes materiales a partir de la paja de la caña de azúcar (Dávila, 2008)

pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%MO	%C	C/N
7.5	2.92	0.44	0.68	2.42	0.60	48.17	27.94	9.57

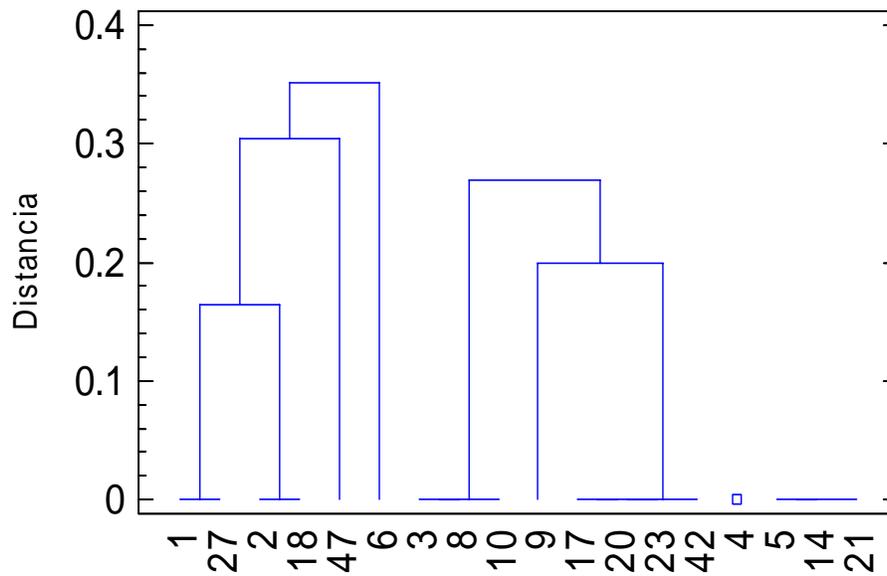


Figura 3. Dendrograma de agrupamiento de las variedades según afectaciones por *Macrophomina phaseolina*

