

# EFFECTO DE ALGUNOS FUNGICIDAS SOBRE LA INTERACCION *Rhizoctonia solani* KUHN-MICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR EN SOYA, *Glycine max* MERRIL

Ivan A. Mendoza C.\*  
Marina Sánchez de Prager\*\*  
Ewald Sieverding \*\*\*

## COMPENDIO

En el campo se dispuso de dos preparaciones de suelo: natural y desinfectado químicamente (Ditrapex-CE) y en el invernadero de suelo esterilizado con vapor. Se utilizaron los fungicidas Propamocarb, SN-84364, PCNB y Vitavax-300. Se contó con la flora micorrizógena natural y una cepa introducida, *Glomus manihotis*. *R. solani* disminuyó en un 50 o/o la emergencia de la soya, comportándose más agresivo en suelo desinfectado. En los primeros 15 días su ataque se incrementó y redujo el desarrollo de MVA en suelo natural. Al avanzar la edad de la planta decreció su infección. Con relación a la MVA la tendencia es contraria. La presencia de la MVA, incluyendo *G. manihotis* no incrementó significativamente la materia seca y el rendimiento de la soya. Al desinfectar el suelo los fungicidas afectaron negativamente la infección micorrizógena, mientras que en suelo natural no sucedió este fenómeno, al contrario SN-84364 incrementó su presencia. Este producto es el que menos afecta la simbiosis en el suelo desinfectado. Los fungicidas SN-84364 y PCNB mostraron gran especificidad contra *R. solani* y Vitavax-300 mayor espectro de acción.

## ABSTRACT

With the object to evaluate in the soybeans crop behavior in the interaction of *Rhizoctonia solani*, vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) and fungicides used to treatment of seed, two different soil preparations were used in the field trials: natural and chemically disinfected (Ditrapex-CE) and under greenhouse: using vapor-sterilized. Was utilized the fungicides Propamocarb, SN-84364, PCNB y Vitavax-300. Be had into account the natural mycorrhizal flora and a source of *Glomus manihotis* introduced. *R. solani* reduced the emergence of soybean by 50 o/o, the above-mentioned pathogen was more aggressive in disinfected soil. In the 15 days first the attack increased and reduced the VAM development in the natural soil. With the age of the plant the pathogen infection decreased. With relation by VAM is contrary the tendency. The presence of VAM, *G. manihotis* including, not increased significantly the dry mass and yield of the soybean. The fungicides diminished the VAM infection in both chemically and physically disinfected soil, whereas this does not occur in natural soil, SN-84364, on the other hand, increased the VAM infection. This product affected least the symbiosis in the disinfected soil. SN-84364 and PCNB exhibited their great especificity against *R. solani* and Vitavax-300 a greater spectrum of action.

\* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

\*\* Universidad Nacional de Colombia. Palmira

\*\*\* Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT. A.A. 6713. Cali, Colombia.

## 1. INTRODUCCION

En la rizosfera los macro y microorganismos establecen relaciones diversas y complejas a través de las cuales se favorece el crecimiento, nutrición y evolución de las plantas. Una de estas relaciones, la constituye la simbiosis denominada micorriza vesículo-arbuscular (MVA), la cual ha recibido considerable atención en los últimos años, ya que mejora en las plantas, la absorción de nutrimentos relativamente inmóviles en el suelo, específicamente fósforo (Azcón y Barea, 1).

Además de esta acción directa sobre la nutrición vegetal, se ha establecido que las ayuda a soportar condiciones de estrés de agua y en algunos casos al ataque de patógenos radicales, como por ejemplo *R. solani* (Schenck, 9; Sieverding, 10; Zambolin y Schenck, 13).

Se han efectuado varios estudios tratando de explicar los mecanismos a través de los cuales las plantas micorrizadas resisten más el ataque de patógenos radicales. Además del aspecto nutricional, se han encontrado mecanismos, por ejemplo, raíces más lignificadas, mayor actividad quitinolítica, aumento en la concentración de algunas sustancias, etc (Menge, 6; Schenck, 9; Zambolin y Schenck, 13). En soya inoculada con *Glomus mosseae* y *G. fasciculatum* la simbiosis MVA incrementó significativamente la concentración de los isoflavonoides gliceolin, coumestrol y daidzein; el primero una fitoalexina altamente antifúngica y el segundo no inhibe hongos pero sí bacterias y nemátodos (Morandi, Bailey y Gianinazzi, 7).

Normalmente, cuando se trata de controlar patógenos radicales, entre ellos *R. solani*, se utilizan fungicidas, sin que preocupe su acción sobre la flora micorrizogena. Algunos fungicidas reducen la presencia de la simbiosis MVA y otros no la afectan o la favorecen (Menge, 6; Trappe, Molina y Castellano, 12). Conocidos los beneficios de la simbiosis, se justifica plenamente se trate de favorecer este recurso microbiológico. Lo cual no significa que se deba desconocer el desarrollo tecnológico que se ha alcanzado con el uso de fungicidas en la protección de las plantas, sino por el contrario, que se aúnen esfuerzos buscando un manejo integral de los recursos biológicos y químicos que hagan eficiente y racional la lucha contra las enfermedades de las plantas.

Dentro de este marco contextual, el trabajo pretende contribuir al conocimiento de las complejas relaciones planta - fitopatógeno-simbionte-fungicidas. Se realizó en soya teniendo en cuenta la importancia regional de este cultivo y se utilizó *R. solani* por estar registrado como el principal causante de damping-off en soya, en la cual reduce la población y rendimiento en aproximadamente 50 o/o (Boosalis, 2; Grau y Martinson, 4; Hepperly, 5 ;

Con (-----) y sin (—) Inoculación R. solani.

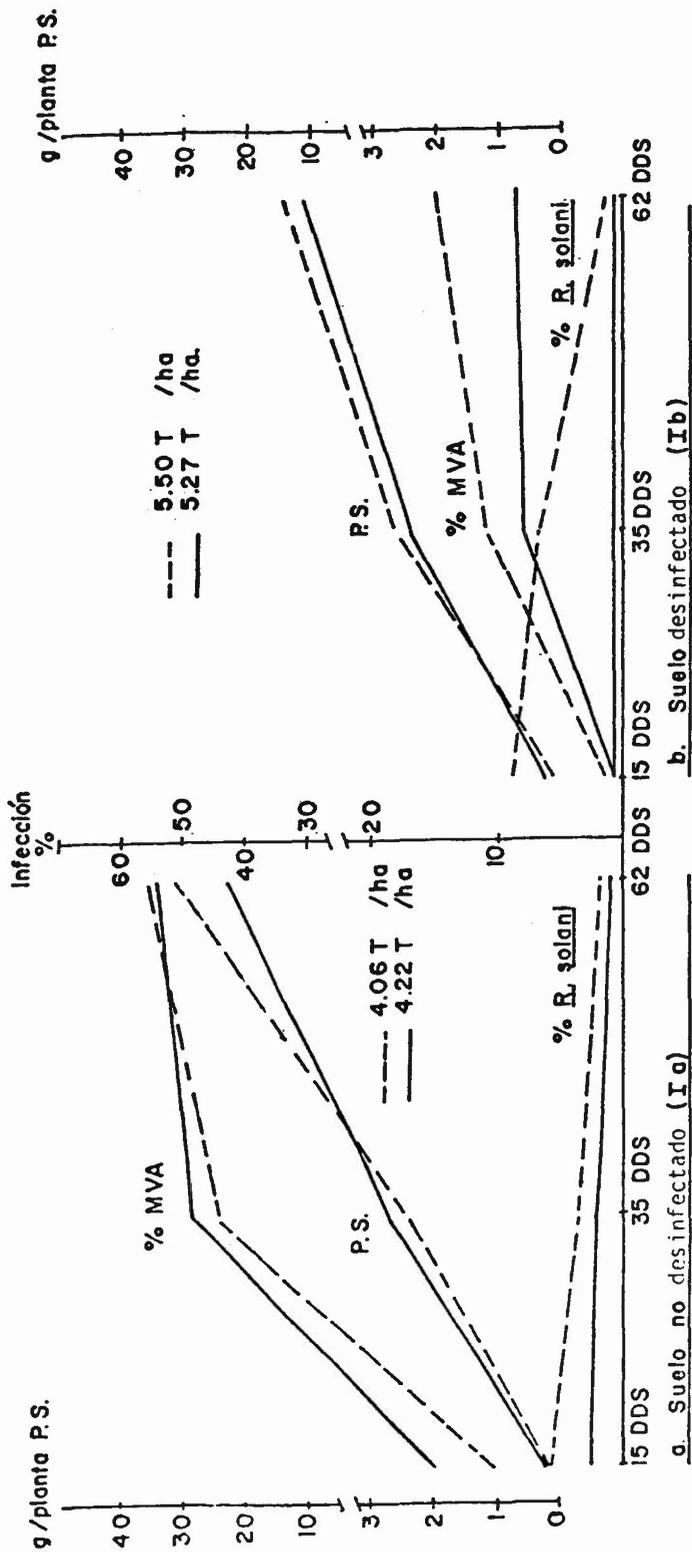


Fig. 2 Efecto de la inoculación con *R. solani* sobre la infección radical por el patógeno, el hongo micorrizógeno y la acumulación de materia seca (P.S). Experimento I.

**G. manihotis** (C-1-1) se multiplicó en suelo esterilizado, con pH 6.2 y con una concentración de 20 ppm de fósforo, utilizando yuca (**Manihot esculenta**) como hospedero. Después de cuatro meses se cosechó y homogeneizó una mezcla de raicillas de yuca-micelio-esporas-suelo. Se aplicaron 200 g de esta mezcla/m lineal de surco, momentos antes de la siembra de la soya.

El Ditrापex-CE (11 ml/m) se aplicó en zanjias de 15 cm de profundidad distanciadas 20 cm y el suelo se cubrió con plástico; luego de 7 días se quitó la cobertura y se aireó con rotovator. Se utilizaron las siguientes dosis de ingrediente activo por kg de semilla: 1.4 ml de F<sub>1</sub>, 0.5 g de F<sub>2</sub>, 3.8 g de F<sub>3</sub> y 0.6 g de F<sub>4</sub>.

El experimento II se planeó para corroborar los resultados obtenidos en el campo en suelo desinfectado (Ib). Se utilizaron bolsas de polietileno con suelo esterilizado al vapor, colocadas sobre platos plásticos para disminuir riesgos de contaminación.

Se efectuaron los mismos tratamientos, arreglados en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron materiales y razones de inóculos similares al anterior experimento.

Las variables medidas fueron vigor, altura a los 35 y 45 DDS, peso de materia seca, parte aérea, porcentaje infección por **R. solani** y MVA a los 45 DDS (cosecha).

Los resultados obtenidos en los diferentes experimentos se sometieron a análisis estadístico con descomposición de la suma de cuadrados de los tratamientos y se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Experimento I.

Las condiciones del suelo, temperatura y humedad de los ensayos en el campo fueron favorables para el establecimiento y ataque del patógeno **R. solani** (R), de acuerdo con registros de Boosalis (2) y Sinclair (11).

La soya emergió muy desuniformemente en suelo no desinfectado mientras que en desinfectado fue rápida y uniforme, resultados que se atribuyen al efecto del biocida Ditrापex-CE, el cual reduce las poblaciones de microorganismos que están influyendo sobre la emergencia, vigor y crecimiento de la soya en suelo natural.

La inoculación con R reduce la emergencia de plántulas en un 50 o/o en ambas condiciones de suelo en el campo, disminuyendo al mismo tiempo el vigor y el crecimiento vegetal (Fig. 1), corroborando los resultados de otros autores (Grau y Martinson, 4; Newman, 8; Sinclair, 11). La emergencia en suelo no desinfectado sin inoculación de R se redujo en un 50 o/o, debido al ataque conjunto de patógenos naturales del suelo como **Phytophthora**, **Pythium**, **Fusarium**, **Rhizoctonia**, entre otros, los cuales se encontraron en las pruebas preliminares.

El ataque de **R. solani** como de otros patógenos se concentró sobre la semilla. Es bien sabido que la acción de las toxinas y el potencial de inóculo inhiben la germinación y desarrollo inicial de las raíces (Boosalis, 2).

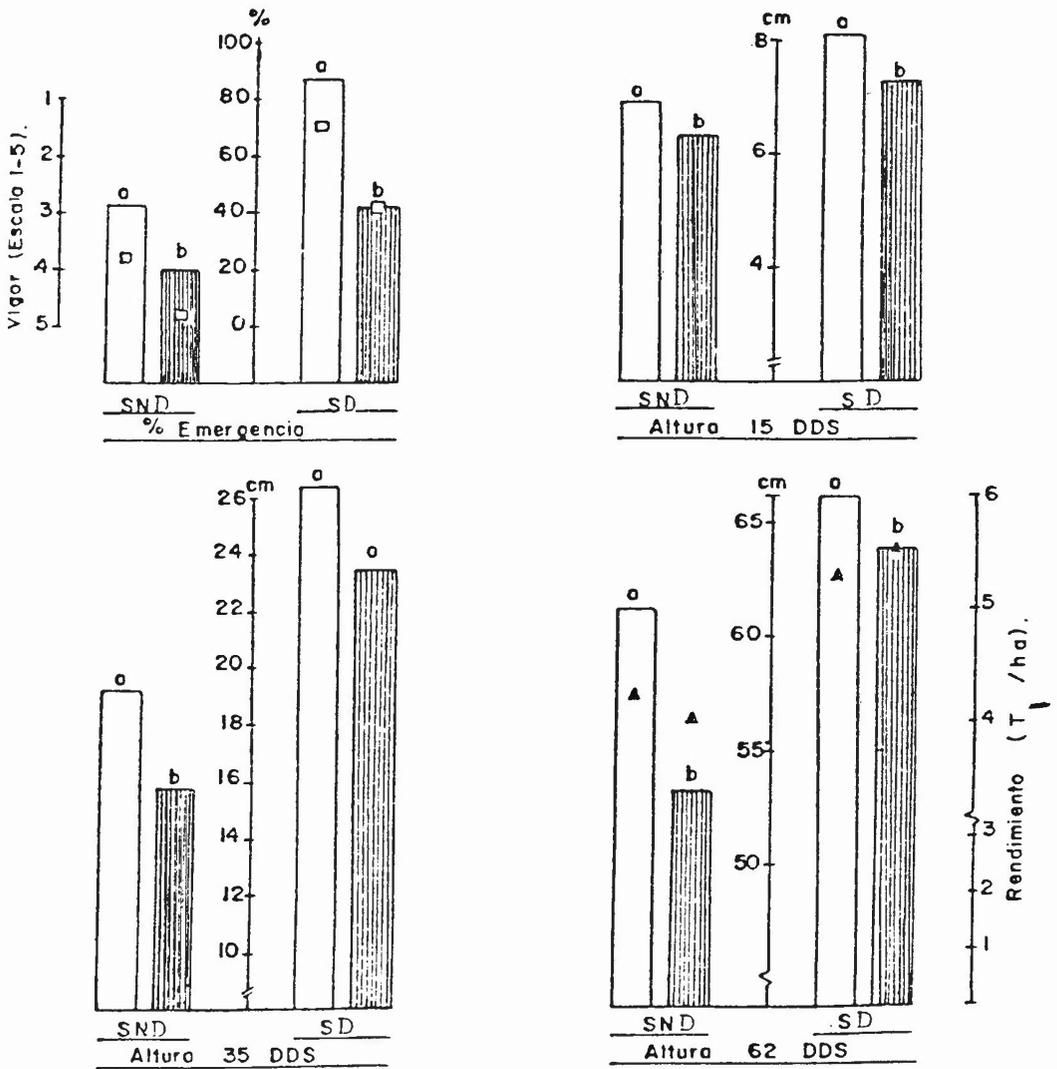
La reducción en el vigor y crecimiento vegetal cuando hay ataque de patógenos radicales, obedece a la distribución forzada de la energía de la planta que debe destinarse para resistir a los fitoparásitos por un lado y por otro, la que estos sustraen para su supervivencia. Lo cual incide negativamente sobre la elongación del hipocotilo y por ende en el crecimiento de la soya (Grau y Martinson, 4; Sinclair, 11).

En suelo natural el mayor porcentaje de infección por **R. solani** ocurre a los 15 DDS e influencia negativamente la infección por MVA y el peso seco de las plántulas (Fig. 2); Zambolim y Schenck (13) han encontrado resultados similares.

En suelo desinfectado, la infección por MVA se incrementa con la infección de **R. solani** inoculado, lo cual señala su capacidad de competencia con el patógeno, que no se manifiesta tan claramente en suelo natural.

En ambas condiciones de suelo, a medida que avanza la edad del cultivo disminuye la infección de **R. solani**. La existencia del patógeno en raíces de soya no inoculada con él en ambos ensayos, se explica en el primero (Ia) por la presencia de **R. solani** nativo y en el segundo (Ib) debido a su completa erradicación por el biocida Ditrax-CE.

Si se observa el comportamiento de la MVA (nativa e introducida), en ambas condiciones de suelo, los menores porcentajes de infección se encuentran a los 15 DDS (Fig. 2 y 3), ya que en el sustrato sobre el cual se establecen y en condiciones favorables la infección puede ocurrir en 2-4 días (10). Esto coloca a los hongos micorrizógenos en desventaja frente a un patógeno como **R. solani** que puede causar la muerte a la plántula en un período de 24 horas. Una flora micorrizógona adaptada a una condición de suelo puede contrarrestar más fácilmente la acción patogénica, al establecerse con mayor rapidez que una introducida y por lo tanto, presentar tempranamente com-



SND : Suelo no desinfectado

SD : Suelo desinfectado

Con ▨ y sin □ inoculación de *R. solani*. (barras)

□ Vigor.

▲ Rendimiento.

Fig. 1 Efecto de la inoculación con *R. solani* sobre la emergencia, vigor, crecimiento vegetal y rendimiento de la soya. Experimento I.

Con (-----) y sin (—) Inoculación R. solani.

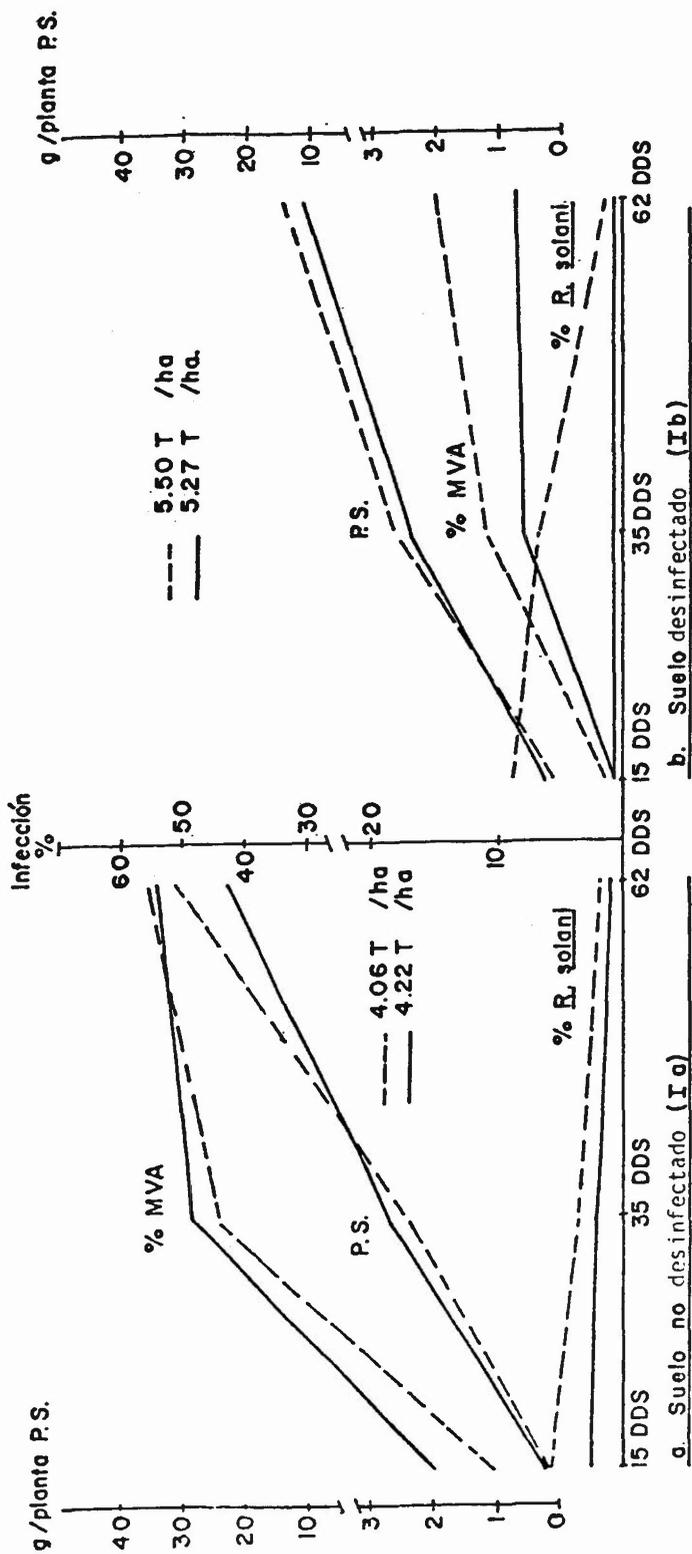


Fig. 2 Efecto de la inoculación con *R. solani* sobre la infección radical por el patógeno, el hongo micorrizógeno y la acumulación de materia seca (P.S). Experimento I.

Con (-----) y sin (—) inoculación de *G. manihotis*.

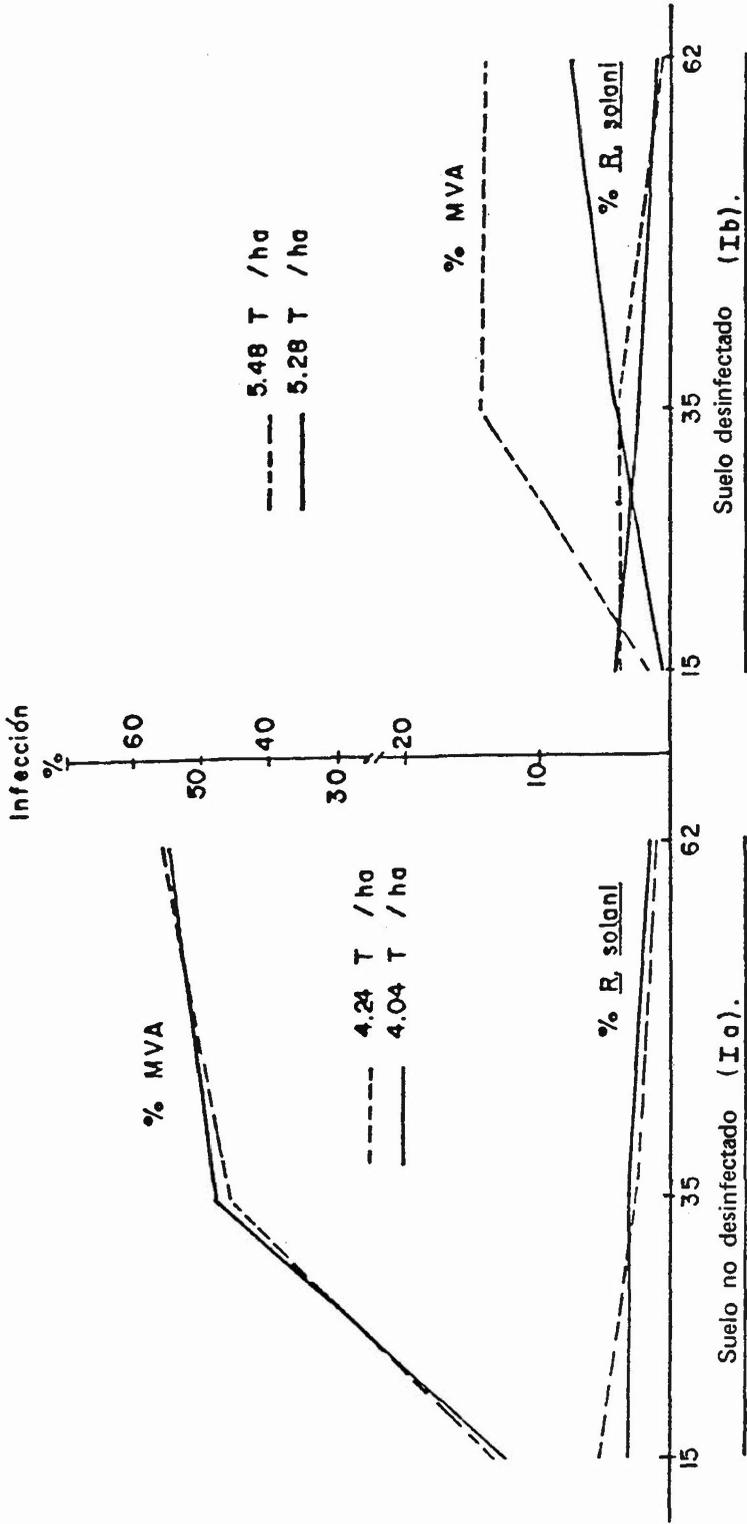


Fig. 3 Efecto de la inoculación con *G. manihotis* sobre la infección radical de MVA y del patógeno. Experimento I.

petencia para el fitoparásito.

La flora micorrizógena nativa es eficiente en la colonización de las raíces de la soya tal como se aprecia en suelo no desinfectado (Fig. 3), lo cual hace innecesaria la introducción de nuevas cepas. Esto pone de manifiesto la importancia que podría tener el manejo de la flora micorrizógena nativa adaptada a diferentes condiciones ambientales.

Contrario a lo que sucede con el patógeno, a medida que avanza la edad del cultivo aumenta la infección por MVA. Al final del cultivo, tiende a estabilizarse (Fig. 3).

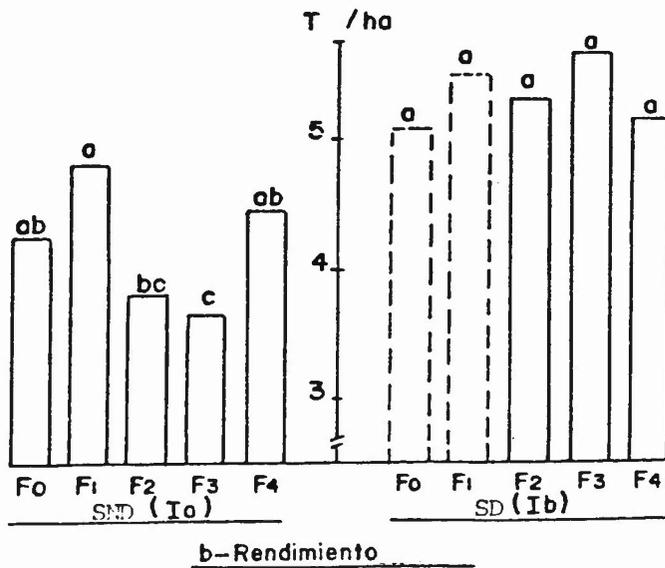
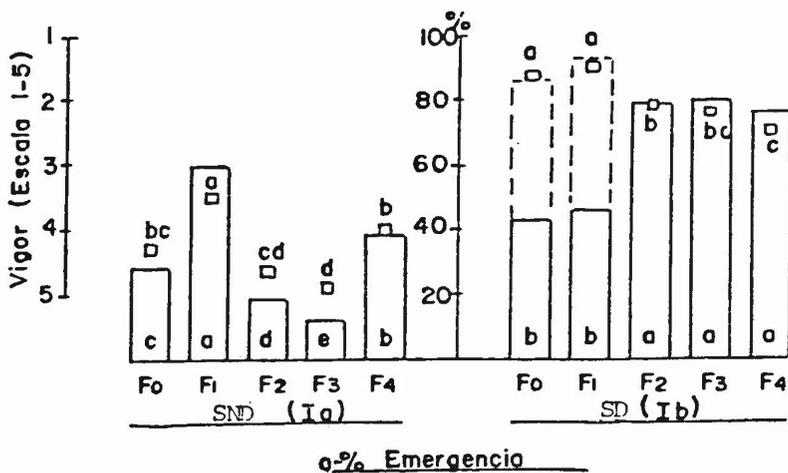
Las no diferencias significativas con respecto a las variables medidas con y sin inoculación de *Glomus manihotis* (M) pueden deberse a varios factores, como por ejemplo: buenas características de fertilidad que presentó el suelo, lo cual hace que la planta dependa menos de la MVA (Burckhard y Howeler, 3); la diferente acción de los fungicidas; la cepa introducida *G. manihotis* probablemente no es tan eficiente en la soya como *G. mossea* (Zambolin y Schenck, 13); el cambio de pH que sufrió la M multiplicada a pH 6.2 desfavoreció su establecimiento.

Con relación a la acción de los fungicidas, en ambos ensayos se muestra la especificidad de SN-84364 (F<sub>2</sub>) y PCNB (F<sub>3</sub>) sobre el patógeno, mientras que Vitavax-300 (F<sub>4</sub>) presenta comportamiento más regular en ambas condiciones de suelo, lo cual señala un mayor espectro de acción.

En la Figura 4 llama la atención el comportamiento divergente de F<sub>1</sub> en suelo desinfectado y natural. En esta última condición el porcentaje de emergencia fue mayor que en suelo desinfectado, cuando teóricamente se esperaba lo contrario. Como explicación a este hecho se tiene que en esta condición la mayor actividad patogénica no es ejercida por *R. solani*, sino por otros fitoparásitos controlables por este fungicida, mientras que en suelo desinfectado, esta acción si corresponde a *R. solani* que escapa del espectro de acción de este producto.

El porcentaje de infección por MVA y *R. solani* en todos los casos es menor en suelo desinfectado (Fig. 5), lo cual se debe por una parte a la acción diferencial de los fungicidas utilizados y por otro al mayor potencial de inóculo en suelo natural ante la presencia de la flora nativa, tanto de hongos micorrizógenos como del patógeno estudiado.

A los 35 DDS se incrementa el porcentaje de infección por MVA, sin embargo en ambas condiciones de suelo, los testigos superan a los tratamientos con fungicidas, ya que en este período la persistencia residual de estos pro-



SND : Suelo no desinfectado

SD : Suelo desinfectado

---- : Resultados sin inoculación de R. solani.

□ : Vigor.

Fig. 4 Efecto de los fungicidas sobre la emergencia, vigor y rendimiento de la soya. Experimento I.

----- Resultados sin inoculación de R. solani.

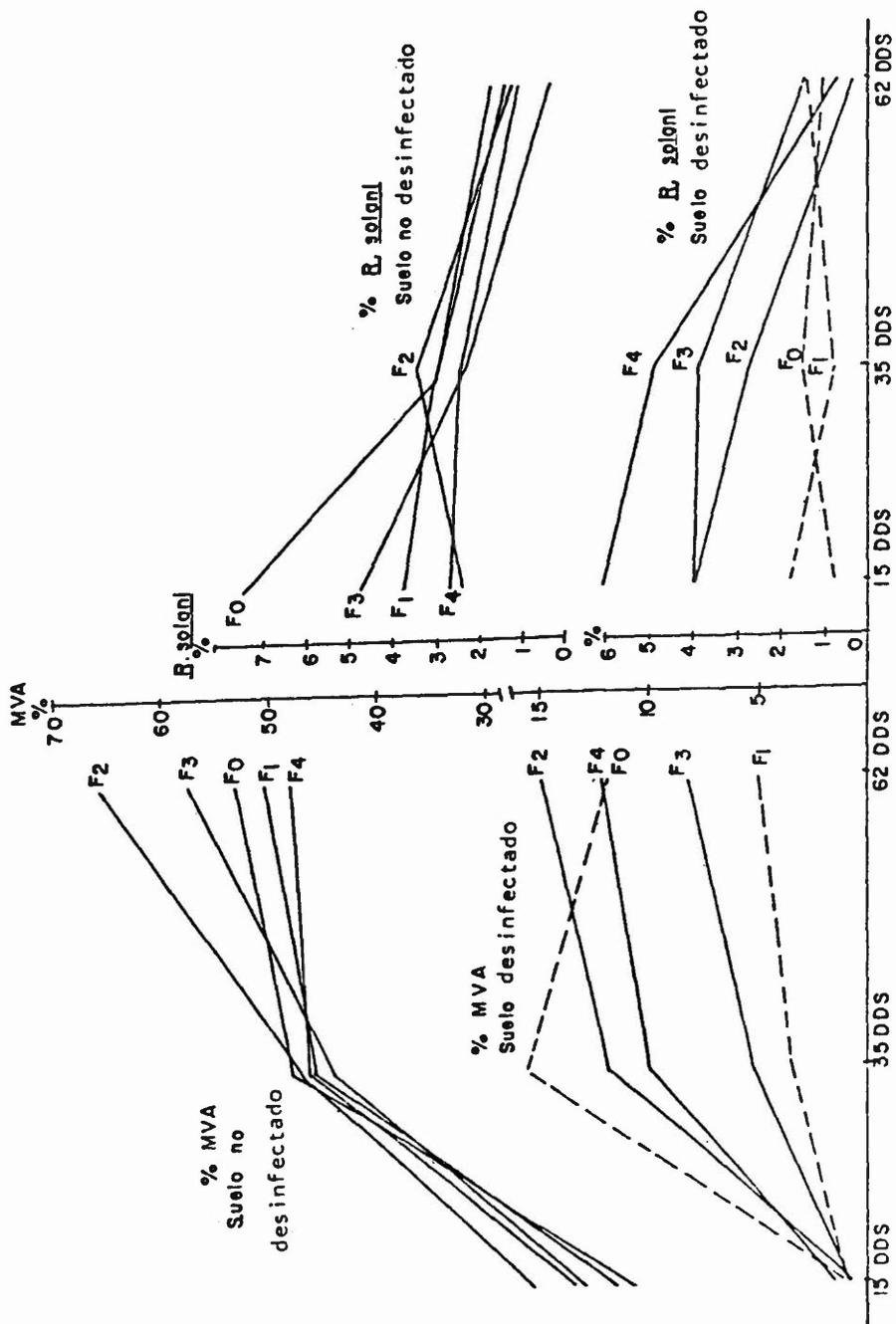


Fig. 5 Efecto de fungicidas sobre el porcentaje de infección radical por MVA y R. solani. Experimento I.

ductos aún deprime la MVA. Pasada esta época tiende a recuperarse la infección, especialmente con  $F_2$  (Fig. 5).

En la interacción  $R \times M$  (Fig. 6), en plantas inoculadas con ambos hongos, inicialmente, se incrementa la infección por *R. solani*. Esto obedece al rápido establecimiento del patógeno que coloniza en un período de 24 horas (Grau y Martinson, 4), mientras que los hongos micorrizógenos tardan en establecerse entre 2 y 4 días, y en ocasiones hasta varias semanas (Sieverding, 10). Esto le concede una ventaja al fitoparásito, sin embargo, en la medida que avanza la edad de la planta, se pronuncia el efecto antagónico de la MVA y disminuye la infección por el patógeno ya que la planta en la relación simbiótica se fortalece e incrementa la producción de fitoalexinas que pueden actuar sobre el patógeno (Morandi, Bailey y Graninazzi, 7).

En ambas condiciones de campo, en la interacción  $R \times F$  se nota la influencia de *R. solani*, afectando la mayoría de las variables medidas aún en presencia de fungicidas. Esto corrobora la alta patogenicidad e importancia económica de este parásito en el cultivo de la soya (Boosalis, 2; Grau y Martinson, 4; Hepperly, 5; Sinclair, 11). La especificidad de los fungicidas ( $F_2$  y  $F_3$ ) es un factor importante dentro de la respuesta obtenida lo cual hace que no puedan manifestar ampliamente su efecto en suelo natural, ya que la diversidad de microorganismos que se hallan presentes y que son potencialmente patógenos, pueden estar fuera de su espectro de acción (Fig 7).

En la interacción  $M \times F$ ,  $F_2$  estimula la infección micorrízica y al mismo tiempo se presenta poca infección por *R. solani*. Las plantas tratadas con  $F_4$  reducen la infección de *R. solani* cuando se inoculó *M*, en contraste con mayor infección por MVA en ambos ensayos, siendo mas notorio en suelo desinfectado.

En suelo desinfectado en el campo y esterilizado al vapor en invernadero, todos los fungicidas disminuyen la infección por MVA, mientras que en natural no sucedió este fenómeno, al contrario SN-84364 incrementó la infección por MVA. Este producto es el que menos afecta la simbiosis en suelo desinfectado.

### 3.2. Experimento II.

El experimento II corroboró ampliamente los resultados obtenidos en el campo en suelo desinfectado (Ib).

SND : Suelo no desinfectado  
 SD : Suelo desinfectado  
 ● : % infección MVA.  
 ○ : % infección *R. solani*.

□ 15 DDS

▨ 35 DDS

▩ 62 DDS

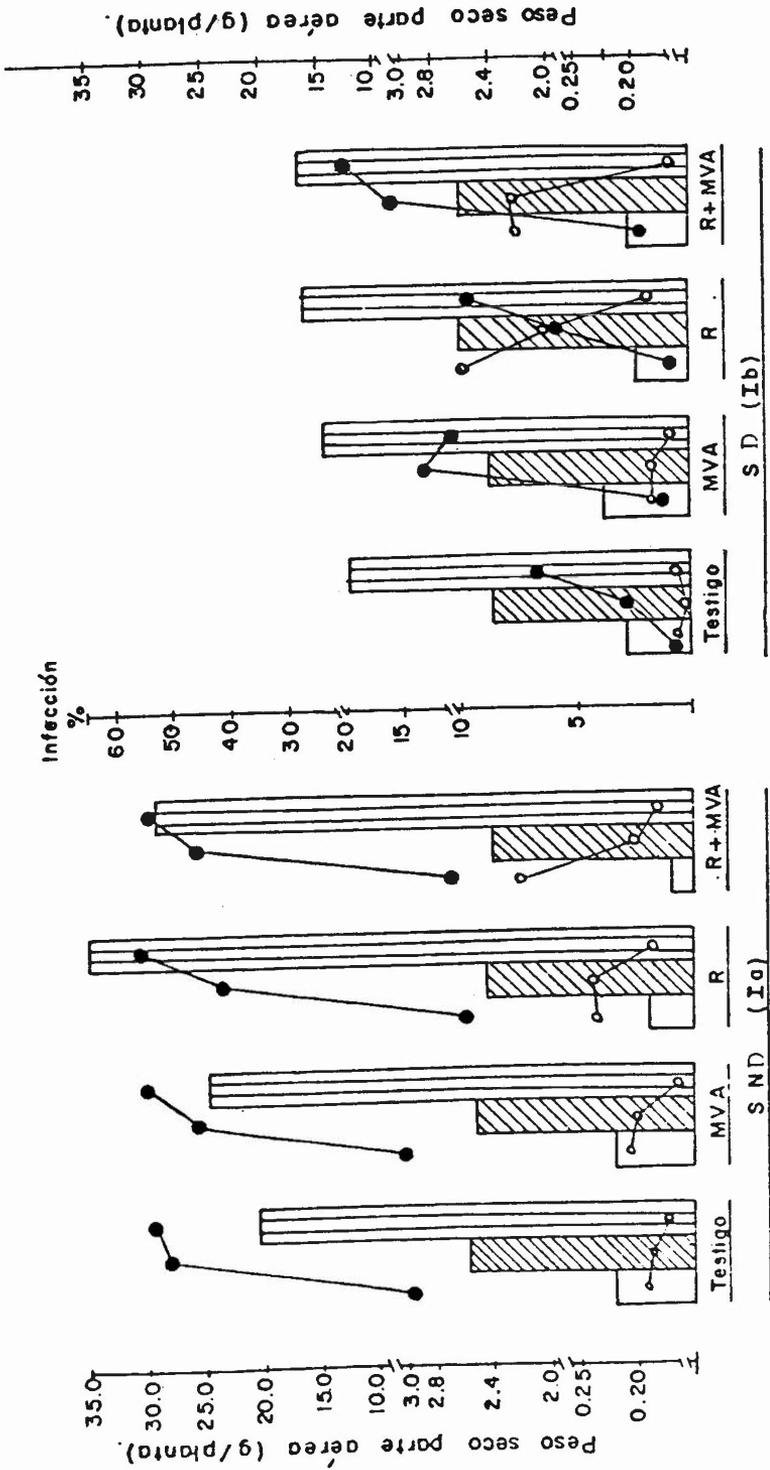
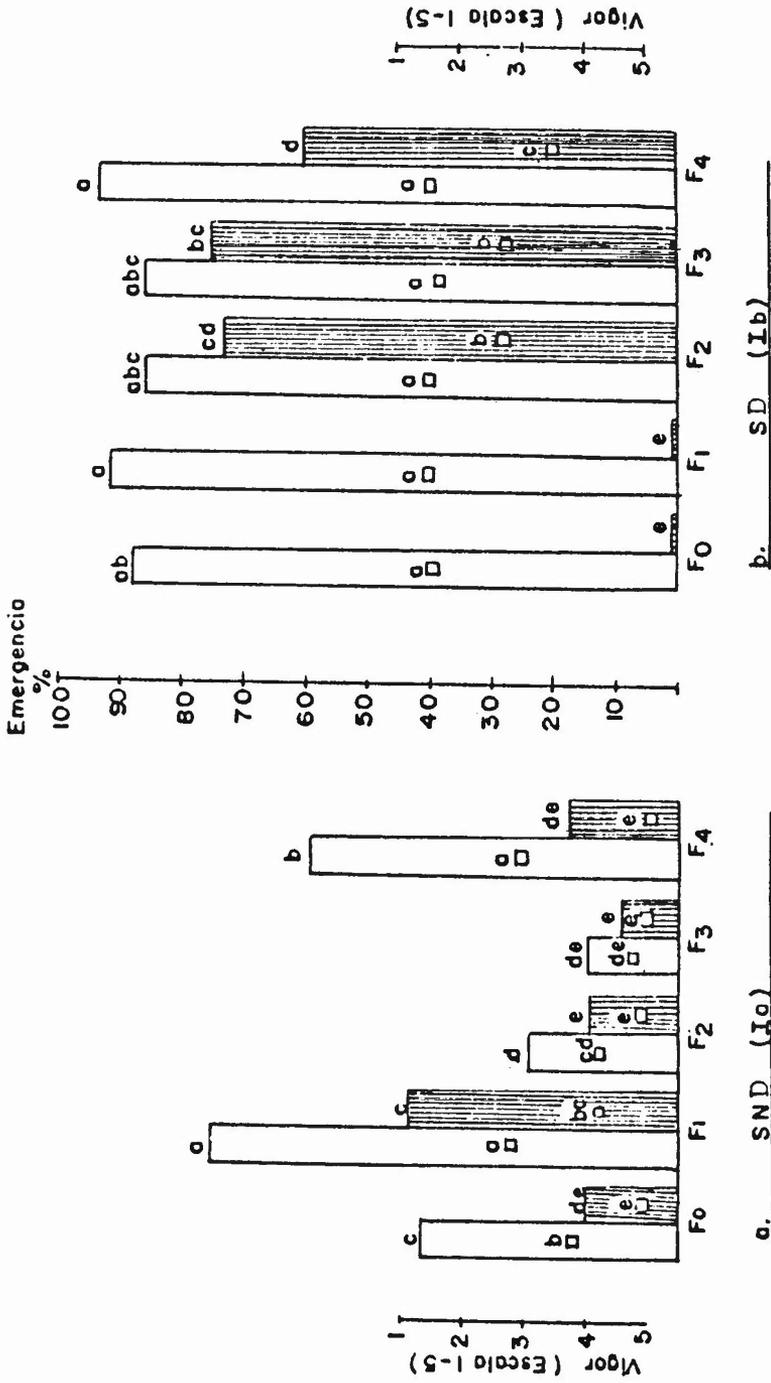


Fig. 6 Efecto de la interacción R x M sobre el peso seco, infección por MVA y *R. solani*.



SND : Suelo no desinfectado

SD : Suelo desinfectado

Con  y sin  inoculación de *R. solani*. (barras)

 Vigor.

Fig. 7 Efecto de la interacción R x F sobre el porcentaje de emergencia y vigor de la soya. Experimento I.

#### 4. CONCLUSIONES

- 4.1. En soya, **Rhizoctonia solani** disminuye en más del 50 o/o la población y reduce a la vez en plantas sobrevivientes el vigor, crecimiento, materia seca de la parte aérea y rendimiento.
- 4.2. La infección por MVA, incluyendo **Glomus manihotis** no incrementa significativamente la materia seca y el rendimiento de la soya.
- 4.3. En ambas condiciones de suelo, a medida que aumenta la edad del cultivo y se establece el hongo micorrizógeno, se presentan relaciones de antagonismo, disminuyendo la infección por el patógeno e incrementando la infección micorrízica en las raíces de la soya.
- 4.4. En condiciones de suelo desinfectado (Experimentos Ib y II) todos los fungicidas disminuyen la infección por MVA, presentándose menor reducción con SN-84364 (F<sub>2</sub>) y mayor con Propamocarb (F<sub>1</sub>).
- 4.5. SN-84364 (F<sub>2</sub>) fue el fungicida de mejor comportamiento en ambas condiciones de suelo sobre la infección de MVA, como también en su acción contra la infección radical por **R. solani**.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. AZCON, G. DE A.; BAREA, J. M. Investigación y Ciencia. v. 47, p. 8-16. 1980.
2. BOOSALIS, M. G. Studies on the parasitism of **Rhizoctonia solani** Kuth on soybean. Phytopathology. v. 40, p. 820-831. 1950. (abstr.).
3. BURCKHARDT, E. A.; HOWELER, R. H. Efecto de la inoculación de cepas de micorrizas sobre el crecimiento de la yuca en varios suelos naturales en el invernadero. Cali, CIAT, 1984.
4. GRAU, C. R.; MARTINSON, C. A. Inhibition of soybean hypocotyl elongation by **Rhizoctonia solani**. Phytopathology. v. 61, p. 1023. 1971. (abstr.)
5. HEPPELRY, P. R. **Rhizoctonia** Webbl ight of soybeans in Puerto Rico. Plan Disease, v. 66, p. 256-257. 1982.
6. MENGE, J. A. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. Plant Disease. v. 72, p. 1125-1131. 1982.
7. MORANDI, D.; BAILEY, J. A. GIANINAZZI, P. V. Isoflavonoid accumulation in soybean roots infected with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Station de melioration desplantes Inradijon France; Long Ashton Research Station Bristol G. B. 1984. (no publicado).

8. NEWMAN, E. I. Root microorganism: their significance in the ecosystem. *Biol. Rev.* v. 53, p. 511-554. 1978.
9. SCHENCK, N. C. Can mycorrhizae control root disease. *Plant Disease.* v. 65, n. 3, p. 231-235. 1981.
10. SIEVERDING, E. Aspectos básicos de la investigación de la micorriza vesículo arbuscular. *Curso Nacional sobre micorrizas, 1er,* 1984. *Memorias.* p. 1-14.
11. SINCLAIR, J. B. Rhizoctonia root rot, stem decay, and damping-off. *Compendium of soybean diseases.* 2nd ed. American Phytopathological Society, 1984. 47-48.
12. TRAPPE, J. M.; MOLINA, R.; CASTELLANO, M. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Phytopathology.* v. 72, p. 331-359. 1984.
13. ZAMBOLIM L.; SCHENCK, N. C. Reduction of the effects of pathogenic, root-infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus, ***Glomus mosseae***. *Phytopathology.* v. 73, n. 10, p. 1402-1405. 1983.