

COMBATE BIOLÓGICO DE *Rhizoctonia solani* MEDIANTE EL EMPLEO DE *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* EN EL CAMPO ¹

Floribeth Mora ²

RESUMEN

Combate biológico de *Rhizoctonia solani* mediante el empleo de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* en el campo. Con el objetivo de evaluar en el campo el antagonismo de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* contra *Rhizoctonia solani*, se establecieron dos experimentos en las zonas de Santa Rosa de Pocosal (Alajuela) y Sabanilla de Montes de Oca (San José), en dos diferentes épocas de siembra. Se evaluaron las cepas CR-455, CR-477, CR-487, CR-422 y CIAT-632, inoculada junto con *R. solani*. Además de las cepas fueron incluidos los tratamientos: testigo absoluto (TA) (sin inocular *R. solani*, sin adicionar nitrógeno (-N-R)); +N-R (+140 kg N/ha, sin inocular *R. solani*); +N+R (+140 kg N/ha, con inóculo de *R. solani*) y un tratamiento químico (carboxin + captan) + *R. solani*. El suelo se inoculó utilizando cascarilla de arroz colonizada por *R. solani*, a una dosis de 14,5 g/m². Se evaluaron las variables: porcentaje de germinación, altura de planta e índice de infección; se realizaron evaluaciones a los 8 y 18 días después de la germinación. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones por tratamiento. La variable altura de planta no presentó diferencia entre tratamientos en ninguna de las zonas. El tratamiento con fungicida fue el que presentó mayor porcentaje de germinación en ambos experimentos. En Pocosal, todas las cepas mostraron tener algún efecto inhibitorio al hongo (P<0,05), pero únicamente en el período que abarcó la primera evaluación. En Montes de Oca, se observó mayor efecto inhibitorio que en Santa Rosa de Pocosal; las cepas CR-487 y CR-422 presentaron menor I.I. que el testigo en la primera evaluación (P<0,05) y todas presentaron diferencia significativa con respecto al tratamiento +N+R para la misma variable, en la segunda evaluación.

ABSTRACT

Biologic attack of *Rhizoctonia solani* by using *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* in the field. With the objective of evaluating, in the field, the antagonism of *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* against *Rhizoctonia solani*, two experiments were established in the zones of Santa Rosa de Pocosal (Alajuela) and Sabanilla de Montes de Oca (San José), in two different sowing seasons. The stocks CR-455, CR-477, CR-487, CR-422 and CIAT-632, were evaluated and were inoculated with *R. solani*. Besides the stocks we included the following treatments: Absolute Witness (AW), with no *R. solani* inoculation, with no nitrogen added(-N, -R); +N-R (+140 kg N/ha, with no *R. solani* inoculation); +N+R (+140 kg N&ha, with *R. solani* inoculated). The soil was inoculated utilizing rice husks colonized by *R. solani*, at a dosis of 14,5 g/m². We evaluated the variables: percent of germination, plants height and infection rate. We performed the evaluations at 8 and 18 days after germination. We utilized the design of complete blocks randomly located with six repetitions per treatment. The variable of plant height did not show any differences between treatments in any of the zones. The treatment with fungicides was the one which showed more germination percentages in both experiments. In Pocosal, all the stocks showed some inhibition effect towards the fungus (P<0.05), but only during the period of the first evaluation. In Montes de Oca, we observed a larger inhibition effect than the one in Santa Rosa; the stocks CR-487 and CR-422 showed smaller I.I than the witness in the first evaluation (P<0.05), and they all showed significant differences on what concerns the +N+R treatment for the same variable, during the second evaluation.

INTRODUCCION

El mal del talluelo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), causado por *R. solani*, es muy frecuente durante las primeras etapas de crecimiento (Campbell y Pennypacker,

1980; Galindo *et al.*, 1982). *R. solani* puede atacar los hypocótilos, la raíz y las hojas. La virulencia causada en ambas partes varía entre los diferentes grupos de anastomosis, pero no dentro de cada uno de los grupos existentes. El número de lesiones inducidas en el

¹ Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en Honduras, América Central. 26 de marzo - 1 de abril, 1995.

² Fitopatología. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Apartado 86-3000.

hospedero es también reflejo de la cantidad de inóculo presente en el suelo (Baker, 1971; Benson y Baker, 1970; Benson y Baker, 1974; Carling; Helm y Leiner, 1990).

El patógeno se ha combatido por métodos químicos y culturales. La reducida persistencia de los fungicidas químicos en el suelo ha dificultado el combate de *R. solani*. Se ha determinado que este hongo posee un amplio rango de hospederos, lo cual ha complicado el trabajo de los fitomejoradores en la búsqueda de resistencia genética. Finalmente, la acentuada habilidad saprofítica que presenta hace inefectiva la rotación de cultivos como medida de control cultural (Menzies, 1970; Campell y Pennypaker, 1980; Papavizas *et al.*, 1975; Cardoso y Echandi, 1987a,b).

Orellana; Slonger y Miller (1976) evaluaron, en el cultivo de soya, la interacción *Rhizobium japonicum* con *R. solani* y determinaron que el peso seco de los nódulos, peso seco foliar y porcentaje de nitrógeno total de las plantas, fue menor cuando se encontraba inoculado con dicho hongo. Esta reducción en el rendimiento fue asociada con el crecimiento desigual de las plantas y disminución en los pelos radicales, que a su vez afectó la infección por *R. japonicum* en las raíces secundarias; lo cual aparentemente redujo los principales sitios de fijación en las raíces, durante el crecimiento vegetativo de las plantas.

Varios autores (Smiley, Wilkins y Klepper, 1990; Araya y González, 1979; Lifshitz, Lifshitz y Baker, 1985) han argumentado que la aplicación de fungicidas a la semilla para la protección contra patógenos habitantes del suelo, puede provocar un desbalance microbiológico a nivel de rizosfera, desfavorable para la actividad de la flora microbiana benéfica. En el caso particular del frijol, el cual requiere de inoculación con *R. leguminosarum* bv *phaseoli* para aumentar la eficiencia en fijación biológica de nitrógeno, la práctica de tratar la semilla con fungicidas y al mismo tiempo con *Rhizobium*, no se puede realizar sin causar detrimento en la relación simbiótica plantarhizobios (Diatloff, 1970; Baker y Cook, 1974; Handi, Mohanam y Lofti, 1974; Fisher, 1976; Stapohorst y Strijdorn, 1976; Lenox y Alexander, 1981). Además, algunos fungicidas utilizados para tratar la semilla no son confiables en el control de *R. solani*. Muchos fungicidas presentan una alta toxicidad al hongo "*in vitro*", pero no así en el campo, lo cual posiblemente sea debido a bajas concentraciones y a la insuficiente persistencia del producto en el suelo (Smiley, Wilkins y Klepper, 1990).

En la actualidad, los fungicidas presentan algunos inconvenientes como herramienta para el control de

enfermedades, debido a sus efectos detrimentales en el ambiente y la salud, el riesgo de resistencia y su alto costo (Barnes y Csinos, 1990; Benson, 1991).

Debido a los inconvenientes del combate químico, se han investigado nuevas alternativas para el control de *R. solani*, entre las que se cuenta el combate biológico.

Muchas bacterias, entre éstas algunas del género *Rhizobium*, muestran potencial como agentes de combate biológico de muchas enfermedades de plantas, inducidas por hongos y bacterias (Olsen y Baker 1968; Garret, 1970; Baker y Cook, 1974; Turner y Backman, 1986; Weller, D., 1988; Ciampi y Tewari, 1990). La posibilidad de usar cepas de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* como agente de combate biológico se favorece por la variabilidad genética de esta bacteria, lo cual incrementa la probabilidad de ocurrencia natural de bacterias antagonistas a patógenos (Blakeman y Fokkema, 1982; Lenox, 1981).

Algunos aislamientos de *Rhizobium* han mostrado un efecto inhibitorio "*in vitro*", sobre el crecimiento de algunos hongos fitopatógenos, cuando éstas fueron evaluadas en medio de cultivo (Drapeau *et al.*, 1973; Blum, Frey y Soto 1992). Se ha sugerido que las bacterias fijadoras de nitrógeno, en presencia de dichos hongos, son capaces de producir sustancias anti-fúngicas. Antoun, Bordeleau y Gagnon (1978) determinaron que el efecto inhibitorio en el desarrollo de hongos se pudo deber a la competencia por nutrimentos, y no a la producción de sustancias tóxicas al hongo.

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar en el campo, el antagonismo contra *Rhizoctonia solani* de cinco cepas de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, previamente seleccionadas *in vitro* y en invernadero.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se realizaron en Santa Rosa de Pocosol, San Carlos (Alajuela), a 110 msnm, en las llanuras bajas y cálidas del norte del país; y Sabanilla de Montes de Oca (San José), a 1250 msnm, en el valle central intermontano. Las características químicas de los suelos se resumen en el Cuadro 1. Se eligió la zona de Montes de Oca a pesar de no ser frijolera, por poseer características edáficas, climáticas y ecológicas diferentes a las que imperan en la zona de Pocosol, que sí lo es.

Se utilizó el cultivar Negro Huasteco, que tiene hábito de crecimiento II. El Cuadro 8 muestra las cepas

Cuadro 1. Características químicas de los suelos utilizados en los dos experimentos de campo.

	Santa Rosa Pocosol	Sabanilla Montes de Oca
M.O. (%)	4,3	4,0
pH (H ₂ O)	6,0	6,5
P(mg/L)	4,0	11
Ca(cmol+)/L)	9,0	8,3
Mg (cmol+)/L)	2,0	1,4
K(cmol+)/kg	0,2	0,55
Ac.(cmol+)/L*	0,4	0,3
Fe(mg/L)	245	22
Cu(mg/kg)	12	6,0
Zn(mg/kg)	3,1	2,0
Mn(mg/kg)	2,0	11
Textura	Franco arcilloso	Franco

* Acidez intercambiable

de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* evaluadas, y su procedencia.

Todas las cepas fueron seleccionadas por su antagonismo a *R. solani* en invernadero, donde se inocularon junto con *R. solani* para evaluar su efecto antagonista.

Se sembró por surcos de 15 m de largo por 0,5 m de ancho. Se realizó una fertilización básica de 30 kg N/ha, utilizando como fuente NH₄NO₃.

El primer experimento se estableció en Santa Rosa de Pocosol durante los meses de diciembre de 1992 y enero de 1993, el segundo en Sabanilla de Montes de Oca, en marzo y abril de 1993.

Cuadro 2. Procedencia de las cepas de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* usadas en ambos experimentos.

CEPAS	PROCEDENCIA
CR- 455	Los Chiles, Alajuela
CIAT-632	CIAT, Colombia
CR- 477	Cervantes, Cartago
CR- 487	Puriscal, San José
CR- 422	San Ramón, Alajuela

Además de la evaluación de las cepas enumeradas en el Cuadro 2, se incluyeron los siguientes tratamientos:

- testigo absoluto (TA) (sin inocular *R. solani*, sin adicionar nitrógeno (-N-R)). No se inocularon rizobios.
- +N-R (+140 kg N/ha, sin inocular *R. solani*).
- +N+R (+140 kg N/ha, con inóculo de *R. solani*). (Fuente nitrogenada: NH₄NO₃)
- tratamiento químico carboxin + captan (Vitavax 5.0 g/l, l/m²) + *R. solani*.

La inoculación de las cepas bacterianas se hizo a la semilla, utilizando la metodología descrita por Acuña *et al.* (1987).

Rhizoctonia solani se inoculó utilizando cascarilla de arroz como acarreador, a una dosis de 14,5 g/m². Se utilizó la metodología descrita por Mora y Blum (1990). Todas las cepas de *Rhizobium* fueron evaluadas en suelos inoculados con *R. solani*.

Variables dependientes evaluadas:

- % de germinación
- altura de planta
- Índice de Infección (I.I)

Las evaluaciones se realizaron a los 8 y 18 días después de la germinación, correspondientes a los estados de crecimiento V2 (hojas primarias totalmente abiertas) y V3 (se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada).

La parcela consistió de 480 m², la distancia entre surco fue de 0,5 m y la distancia entre planta de 0,20 cm.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones, cada surco representa una repetición.

Para evaluar el I.I. se utilizó la escala descrita por Cardoso y Echandi (1987a).

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento en Santa Rosa de Pocosol

El mayor porcentaje de semillas germinadas se presentó cuando se aplicó el tratamiento químico (Cuadro 3). Los plaguicidas sintéticos ofrecen una alternativa rápida, eficaz y de fácil acceso, en el control de microorganismos patógenos; sin embargo, éstos no solamente eliminan a los organismos que causan daño a la planta,

Cuadro 3. Porcentaje de germinación e índice de infección, de los tratamientos evaluados en Santa Rosa de Pococol, Alajuela, Costa Rica. 1991.

Tratamientos	Eval. a 8 días		Eval. a 18 días	
	% Germ.	I.I. (%)	I.I. (%)	
Vitavax	85,8 a*	48,2 b	56,9 a	
T.A.	74,6 bc	27,5 c	36,8 b	
testigos +N+R	69,7 cd	71,0 a	60,7 a	
+N-R	55,5 e	50,4 b	48,6 ab	
CR-455	82,1 ab	45,4 b	52,3 ab	
CR-477	78,3 abc	48,3 b	54,4 a	
cepas+R. CIAT-632	74,0 bc	57,6 b	58,6 a	
CR-487	72,2 cd	57,6 b	64,9 a	
CR-422	64,0 d	45,0 b	61,0 a	

* Valores con distinta letra en una misma columna, indican diferencias significativas ($P < 0,05$), según la prueba de Duncan.

sino también a la fauna bacteriana habitante en la rizosfera, pudiéndose generar un desequilibrio microbial, donde se desfavorece la población de hongos micorrizógenos, antagonistas, parasitoides, depredadores, relaciones simbióticas y el control biológico (Diatlof, 1970; Araya, 1979; Lenox y Alexander 1981).

Los porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos TA y +N+R no mostraron diferencia entre sí ($P < 0,05$). El tratamiento +N-R presentó el menor número de semillas germinadas; lo cual de muestra que existe en el suelo bastante población nativa viable de *R. solani*, o de otros patógenos que limitan la germinación. La literatura reporta que *R. solani* es un saprófito, que se encuentra distribuido en la mayoría de los suelos del mundo y que es extremadamente versátil como patógeno vegetal (Menzies, 1970; Campbell y Pennypacker, 1980; Cardoso y Echandi, 1987a).

Los testigos donde se adicionó nitrógeno mostraron menor porcentaje de germinación que en ausencia de este complemento. Papavizas, *et al.* (1975), encontraron que existe una positiva correlación entre la actividad saprofítica del hongo y el contenido de N inorgánico así como de $N-NH_4$, lo cual no sucede con el $N-NO_3$. La respuesta del hongo al contenido de nitrógeno en el suelo puede variar dependiendo de varios factores, como cultivos anteriores, condición del suelo, tiempo de aplicación, la cantidad y fuente aplicada, condiciones climáticas y estabilidad del fertilizante en el suelo.

El tratamiento +N+R fue el que mostró mayor I.I. (Cuadro 3). Al respecto se ha informado que el nitrógeno actúa en la elongación celular, dando a la planta

mayor vigor y succulencia, haciéndola más susceptible al ataque del hongo (Bateman y Lunsden, 1965; Smiley, 1983).

En la variable I.I., el T.A. fue el que presentó el menor valor, debido a que únicamente estaba actuando sobre la planta la población nativa del hongo. El Vitavax redujo la infección a los ocho dds, pero no a los 18 dds, en comparación con el testigo +N+R. Los tratamientos +N-R y químico no mostraron diferencias entre sí, aunque difirieron de los otros dos testigos ($P < 0,05$).

Todas las cepas de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* que se evaluaron, mostraron un comportamiento similar entre sí; en la variable I.I., observándose diferencias significativas ($P < 0,05$) con los tratamientos +N+R y T.A. únicamente; no se observó diferencia significativa entre las cepas, el tratamiento químico y +N-R en la primera evaluación. En la segunda evaluación, las cepas tuvieron un efecto similar al +N+R.

El tratamiento +N+R es utilizado como patrón de comparación al evaluar el efecto de las cepas de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, (para todas las variables); es importante señalar que debido a que el nitrógeno producto de la fijación, es disponible a la planta a los 22 días después de la germinación, se hizo necesario adicionar el nitrógeno de arranque (Silvester, Kipe y Harris, 1987).

Para la primera y segunda evaluación, no se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos en la variable altura de planta. Sehata, Davis y Anderson (1984) observaron que la severidad de la

enfermedad no se relaciona directamente con la tasa de crecimiento del patógeno o la del hospedero.

El hecho de que ni siquiera con Vitavax se redujera el I.I. de suelos inoculados, al nivel del testigo sin inocular (T.A.), indica que en esta región el hongo incorporado al suelo alcanzó un potencial de inóculo muy alto; lo que podría explicar el que ninguna cepa de *Rhizobium* lograra reducir el I.I. a los 18 días después de la germinación.

En la segunda evaluación, el I.I. aumentó en la mayoría de los tratamientos excepto el +N-R, en relación a la primera evaluación. (Cuadro 3). Se observó que el menor I.I. se presentó cuando se aplicaron los tratamientos T.A., +N-R y CR-455. No obstante, los dos últimos no mostraron diferencia con el resto de los tratamientos.

Por lo tanto, se puede concluir que en la primera evaluación los tratamientos donde se inoculó *Rhizobium* lograron ejercer algún tipo de control sobre el hongo; sin embargo, en la segunda evaluación no se evidenció diferencias entre las cepas y el tratamiento +N+R.

Experimento de San Pedro de Montes de Oca

El mayor número de semillas germinadas se presentó con el tratamiento químico, obteniéndose un porcentaje similar al presentado por el T.A. (Cuadro 4). Los testigos +N+R y +N-R fueron los que presentaron el menor porcentaje de semillas germinadas. Esto puede explicarse porque al aumentar la cantidad de nitrógeno en el suelo, se disminuye la relación C:N y se incrementa

la actividad microbiana en el suelo, con ello la acción patógena del hongo *R. solani*, y de otros microorganismos sobre la semilla (Alexander, 1985).

La cepa CR-487 propició en un alto porcentaje de semillas germinadas, sin diferencia significativa con respecto al T.A.; todas las cepas inoculadas presentaron porcentajes mayores que el obtenido por el testigo +N+R.

Los resultados indican que *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, protegió la etapa más susceptible del frijol a *R. solani*; aunque no tan efectivamente como el fungicida. Doman y Flentje (1970) sugieren que el estado de desarrollo de plántula es el que requiere de mayor protección. La población de los Rhizobios aumenta rápidamente en el primer día después de la siembra del frijol (Lenox y Alexander, 1981), lo cual le permite a los rhizobios proteger las etapas iniciales del cultivo.

En la variable I.I. (Cuadro 4), el menor valor se presentó con los tratamientos T.A. y el +N-R, donde únicamente estaba presente en el suelo la población nativa de *R. solani*. El tratamiento químico presentó significativamente ($P < 0,05$) más infección que los testigos +N-R y T.A. Se observó una disminución de la efectividad del producto en el tiempo, a pesar de que este tratamiento resultó en un mayor porcentaje de germinación. Este comportamiento del carboxin + captan indica que la eficacia fue menor en la protección de la plántula que en la protección de la semilla, lo cual se podría deber a que el producto se diluye dentro de la planta al crecer ésta. Stephens y Stebbins (1985), indican que los fungicidas sintéticos pueden variar con la interacción química del medio donde éste es aplicado

Cuadro 4. Porcentaje de germinación e índice de infección, de los tratamientos evaluados en Montes de Oca, San José, Costa Rica. 1991.

Tratamientos	Eval. a 8 días LL (%)	Eval. a 18 días	% Germc. I.I. (%)
Vitavax	93,70 a*	35,50 d	36,00 d
T.A.	90,70 ab	19,50 f	29,00 e
testigos +N+R	72,10 d	50,70 bc	70,30 a
+N-R	74,40 d	27,00 e	29,60 e
CR-455	85,30 c	54,50 ab	37,50 d
CR-477	84,30 c	57,00 a	52,90 b
cepas+R CIAT-632	85,70 c	56,30 a	47,70 c
CR-487	86,60 bc	39,20 d	51,40 bc
CR-422	85,70 c	47,40 c	52,80 b

* Valores con distinta letra en una misma columna, indican diferencias significativas ($P < 0,05$), según la prueba de Duncan.

ya que es altamente modificado por las condiciones de humedad en el suelo.

El tratamiento +N+R, fue el testigo que presentó el mayor I.I.; se evidenció así la actividad del hongo al aumentar su nivel poblacional en el suelo. Marshall (1982), observó que entre los factores que intervienen en el grado de virulencia de *R. solani* en frijol, se encuentran la reacción del suelo y la concentración de inóculo del patógeno.

Cuando se inoculó la cepa CR-487, se observó un comportamiento similar al tratamiento químico, con un I.I. significativamente menor que el testigo +N+R, en las dos evaluaciones. En la segunda evaluación, las demás cepas fueron significativamente antagonistas, sobresaliendo CR-455; en esta etapa, CR-455 redujo la infección a la mitad de su respectivo testigo (+N+R), es decir fue tan eficiente como el tratamiento fungicida.

En la segunda evaluación, el T.A. y +N-R presentaron los menores porcentajes de I.I. y el testigo +N+R registró el mayor I.I., presentando diferencia estadística significativa con respecto a todos los demás tratamientos.

Todos los tratamientos donde se inocularon las cepas de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, resultaron en menor I.I. que el testigo +N+R, comprobándose así un efecto antagonista entre ambos organismos.

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 atrayente, 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).

Existe dificultad en transferir el control biológico obtenido en condiciones controladas a un efectivo control de campo, ya que generalmente se reduce la población del antagonista al inocularlo en el suelo,

debido a diversos factores, como temperatura, humedad, aereación, pH, etc. El período de susceptibilidad del cultivo juega un papel muy importante. Además, se debe tener un entendimiento de cuál es el mecanismo de acción que se da entre el cultivo y los organismos antagonistas; cómo afecta la labranza el nivel poblacional de éstos y cómo afectan las condiciones climatológicas el nivel poblacional de ambos microorganismos (Larsen, 1985). Por estas razones, no se hacen recomendaciones para el productor con base en los resultados obtenidos en este trabajo; más bien, se deben usar estos resultados para establecer pruebas de validación a nivel semi-comercial.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M. 1985. Ecological constraints on nitrogen fixation in agricultural ecosystems. Ed. M. Alexander. Advances in Microbial Ecology. vol 5.
- ANTOUN, H.; BORDELEAU, L.; GAGNON, C. 1978. Absence the production de metabolites a activite antifongique chez *Rhizobium* sp. Phytoprotection 59: 40-42.
- ARAYA, C.; GONZALEZ, L. C. 1979. Efecto de la época de producción y del tratamiento de semilla en el vigor y sanidad de plantas de frijol. Agronomía Costarricense 3(2):201-204.
- BAKER, R. 1971. Analysis involving inoculum density soilborne plant pathogens in epidemiology. Phytopathology 61: 1280-1292.
- BAKER, K.; COOK, J. 1974. Biocontrol of plant pathogens. W. H. Freeman and Co., U.S.A. 433 p.
- BARNES, J.; CSINOS, A. 1990. Effects of fungicides, cultivars, irrigation, and environment on *Rhizoctonia* limb rot of peanut. Plant disease 74:671-676.
- BENSON, D. M.; BAKER, R. 1970. Rhizosphere competition in model soil systems. Phytopathology. 60:1058-1061.
- BENSON, D.; BAKER, R. 1974. Epidemiology of *Rhizoctonia solani* preemergence damping-off or radish: inoculum potential and disease potential interaction. Phytopathology 64:957-962.
- BENSON, D., 1991. Control of *Rhizoctonia* stem rot of Poinsettia during propagation with fungicides that prevent colonization of rooting cubes by *Rhizoctonia solani*. Plant Disease 75: 394-398
- BLAKEMAN, J. P.; FOKKEMA, N. J. 1982. Potential for biocontrol of plant diseases on the phylloplane. Annual Review of Phytopathology 20: 167-192.

- BLUM, L.; FREY, S.; SOTO, G. 1992. Effect of a fluorescent-pigment producing *Rhizobium* on the severity of *Rhizoctonia solani* seed and root rot of *Phaseolus vulgaris*. Plant Pathology 071-00905
- CAMPELL, C.; PENNYPACKER, P. 1980. Distribution of hypocotyl rot caused in snapbean by *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70:521-525.
- CARDOSO, J.E.; ECHANDI, E. 1987a. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia* like fungi. Plant Disease 71:167-170.
- CARDOSO, J.; ECHANDI, E. 1987b. Nature of protection of bean seedlings from *Rhizoctonia* root rot by binucleate-like fungus. Phytopathology 77: 1548-1551.
- CARLING, D.; HELM, D.; LEINER, R. 1990. *In vitro* sensitivity of *Rhizoctonia solani* and other multinucleate and binucleate *Rhizoctonia* to selected fungicides. Plant Disease. 74: 869-863
- CIAMPI, L.; TEWARIJ. 1990. Evaluation of soil microorganisms with inhibitory activity against *Rhizoctonia solani* causal agent of the damping of canola. Arch. Biol. Med. Exp. 23: 101-112.
- DIATLOFF, A. 1970. The effects of some pesticides on root nodule bacteria and subsequent nodulation. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 10:562-567.
- DODMAN, R.; FLENTJE, N. 1970. The mechanisms and physiology of plant penetration by *Rhizoctonia solani*. p. 149-160. In: J. R. Parmeter (ed). *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. University of California. Press, Berkeley.
- DRAPEAU, R.; FORTIN, J.; GAGNON, C. 1973. Antifungal activity of *Rhizobium*. Canadian Journal .Botany. 51:681-682.
- FISCHER, D. 1976. Effects of some fungicides on *Rhizobium trifolii* and its symbiotic relationships with white clover. Pest. Sci. 7:10-18.
- GALINDO, J.; ABAWI, J.; THURSTON, H. 1982. Variability among isolates of *Rhizoctonia solani* associated with snap bean hypocotyls and soils in New York. Plant Disease 66:390-394.
- GARRET, S. 1970. Toward biological control of soil-borne plant pathogens. In BAKER, K. and SNYDER, W., eds. Ecology of soilborne plant pathogens. Prelude to biological control. Berkeley, University of California Press. pp 4-17.
- HANDI, R.; MOHANAM, A.; LOFTI, M. 1974. Effect of certain fungicides on some rhizobia-legume-symbiotic systems. Zbl. Bakt. Abt. II. 129:363-368.
- LARSEN, H. 1985. Temporary depression of *Rhizoctonia solani* field populations by soil amendment with *Laetisaria arvalis*. Plant Disease 69: 347-350.
- LENOX, L.; ALEXANDER, M. 1981. Fungicide enhancement of nitrogen fixation and colonization of *Phaseolus vulgaris* by *Rhizobium phaseoli*. Appl. Environ. Microbiol. 41: 404-411.
- LIFSHITZ, R.; LIFSHITZ, S.; BAKER, R. 1985. Decrease in incidence of *Rhizoctonia* preemergence damping-off by use of integrated chemical and biological controls. Plant Disease 69:431-434.
- MARSHALL, D.S. 1982. Effect of *Trichoderma harzianum* seed treatment and *Rhizoctonia solani* inoculum concentration on damping-off on snap bean in acidic soils *Phaseolus vulgaris*. Plant Disease 66(9):788-789.
- MENZIES, J. 1970. The first century of *Rhizoctonia solani* In: Parmeter, J. ed *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. Berkeley, University of California. p. 3-5.
- MORA, F.; BLUM, L. 1990. virulencia de aislamientos locales de *Rhizoctonia solani* en frijol (*Phaseolus vulgaris*) en invernadero. Agronomía Costarricense. 14(2): 247-250.
- OLSEN, C.; BAKER, K. 1968. Selective heat treatment of soil, its effect on the inhibition of *Rhizoctonia solani* by *Bacillus subtilis*. Phytopathology 58:78-87.
- ORELLANA, R.; SLOGER, C.; MILLER, L. 1976. *Rhizoctonia-Rhizobium* interactions in relation to yield parameters of soybean. Phytopathology 66:464-467.
- PAPAVISAS, G.; ADAMS, R.; LUMSDEN, J.; LEWIS, R.; DOW, R.; AYERS, A.; KANTZES, G. 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. Phytopathology 65: 871-877.
- SHEATA, M.; DAVIS, V.; ANDERSON, N. 1984. Resistance to *Rhizoctonia* stem rot in peas as influenced by temperature, watering method, and period of disease development. Plant Disease 68: 22-24.
- SILVESTER, R.; KIPE, J.; HARRIS, D. 1987. Simbiosis leguminosarizobio: Evaluación, Selección y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 72p
- SMILEY, R.W. 1983. Diseases of roots and/or foliage. *Rhizoctonia* diseases. American Phytopathological Society. Compendium of turfgrass diseases. 102 p.
- SMILEY, R.; WILKINS, D.; KLEPPER, E. 1990. Impact of fungicide seed treatments on *Rhizoctonia* root rot, take-all, eyespot, and growth of winter wheat. Plant Disease. 4:782-787.

- STAPHORST, J.; STRIJLDORN, W. 1976. Effects on rhizobia of fungicides applied to legume seeds. *Phytophylactia* 8: 47-54.
- STEPHENS, C.T.; STEBBINS, T.C. 1985. Control of damping off pathogens in soilless container media. *Plant disease*. 69:494-496.
- TURNER, J.; BACKMAN, P. 1986. Quantun 4000 *Bacillus subtilis* as bacterial seed treatment of peanuts. *Biological and Cultural Tests*. (1) pag 49.
- WELLER, D. 1988. Biological control of soil borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annual Review of Phytopathology*. 26:379-407.