

CARACTERIZACIÓN DE AISLAMIENTOS DE *Rhizoctonia solani* Kühn QUE INDUCEN PUDRICIONES RADICALES EN CULTIVARES DE CARAOTA (*Phaseolus vulgaris* L.)

Bárbara Gutiérrez¹, Maria Suleima González², y Alberto Salih L.²

RESUMEN

Plántulas sintomáticas de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) fueron analizadas con objetivo de estudiar las pudriciones radicales inducidas por *Rhizoctonia solani*. Tres aislamientos identificados con las siglas CRH-V, CRH-F y CRH-558, que presentaban diferencias morfológicas entre sí, fueron utilizados. Se evaluaron 18 cultivares de caraota. Se caracterizaron los grupos de anastomosis de *R. solani* asociados al cultivo y se determinó su patogenicidad. Los tres aislamientos presentaron diferencias significativas con relación al crecimiento. Los aislamientos CRH-F y CRH-558 mostraron zonación. El aislamiento CRH-F formó esclerocios bajo luz artificial. Todos los aislamientos produjeron esclerocios bajo luz natural. En las reacciones hifales, los aislamientos CRH-F y CRH-558 produjeron solo contacto hifal con el patrón AG-1-1 y AG-4, respectivamente, y en el CRH-V no hubo interacción. Se detectaron diferencias significativas para el peso seco de las raíces y parte aérea entre cultivares, aislamientos e interacciones cultivar x aislamiento. Todos los aislamientos afectaron tanto el desarrollo radical como el aéreo en los cultivares evaluados. El aislamiento CRH-558 causó mayor disminución al peso seco en raíces y parte aérea. En las interacciones entre aislamientos y cultivares: MEX-E-62, Tacarigua y Victoria presentaron mayor peso seco de las raíces.

Palabras clave adicionales: Grupos de anastomosis, pudrición de raíces

ABSTRACT

Characterization of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates that induce root rot in black bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.)

Symptomatic black bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.) were analyzed to determine the root rot induced by *R. solani*. Three isolates of *R. solani*, which showed morphological differences, were labeled with the acronyms CRH-V, CRH-F and CRH-558 and utilized. Eighteen bean cultivars were evaluated. Anastomosis groups of *R. solani* associated to the crop were characterized and their pathogenicity was determined. Significant differences in growth rate were found among the three isolates on PDA. The isolates CRH-F and CRH-558 showed zonation. The isolate CRH-F produced sclerotia under artificial light. Under natural light, all the isolates produced sclerotia. In hyphal reactions, the isolates CRH-F and CRH-558 showed only hyphal contact with AG-1-1 and AG-4, respectively. The isolate CRH-V showed no reaction. There were significant differences for the root and aerial part dry weight among cultivars, isolates and the interactions cultivars by isolates. The isolate CRH-558 caused higher reduction on dry weight and aerial part. In the interaction among isolates and cultivars, MEX -62, Tacarigua and Victoria showed higher root dry weight.

Additional key words: Anastomosis group, root rot

INTRODUCCIÓN

La caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) es la legumbre (Fabaceae) alimenticia más importante para el consumo humano a nivel mundial, la cual suministra proteínas, calorías, vitaminas y sales minerales (Mora, 1997). En la mayor parte de las

regiones tropicales productoras de caraota y de manera especial en América Latina, las enfermedades representan la limitante más importante. En América Latina y África hay mayor cantidad de patógenos que afectan al cultivo, existiendo además una amplia variabilidad patogénica en comparación con las regiones

Recibido: Noviembre 15, 2005

Aceptado: Abril 28, 2006

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Sucre/Nueva Esparta. Campo Experimental Irapa, Sucre. Venezuela. e-mail: bgutierrez@inia.gov.ve.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). CENIAP. Apdo. 4653. Maracay. Venezuela e-mail: mgonzalez@inia.gov.ve

templadas (Pastor-Corrales y Schwartz, 1994).

Entre las enfermedades ampliamente distribuidas en las regiones productoras de caraota se encuentran el tizón foliar y las pudriciones radicales, causadas por *Rhizoctonia solani* Kühn, estado anamórfico o asexual del basidiomiceto *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. (Galindo et al., 1982a)

La pudrición radical es una de las enfermedades más comunes de caraota en América Latina y el mundo (Galindo et al., 1982a; 1982b; Bolkan y Ribeiro, 1985). En Estados Unidos se han señalado pérdidas mayores a 10 % en el cultivo por pudriciones en las raíces atribuidas a *R. solani* (Abawi, 1994). *Rhizoctonia solani* tiene un amplio rango de hospedantes y frecuentemente afecta a tejidos juveniles en una forma rápida y destructiva (Baker, 1970; van Bruggen et al., 1986). En condiciones naturales *R. solani* comprende diferentes grupos de anastomosis que difieren considerablemente en morfología, fisiología y patogenicidad (Sneh et al., 1998; Galindo et al., 1982a). Se han señalado, además, aislamientos de *Rhizoctonia* no patogénicos que forman asociaciones de micorrizas con orquídeas (Smith y Read, 1997). Dentro de los grupos de anastomosis patogénicos al cultivo de la caraota se han señalado los AG-1, AG-2 y AG-4 (Bell y Sumner, 1982; Bolkan y Ribeiro, 1985; Sumner, 1985).

En Venezuela la poca información existente sobre *R. solani* asociada al cultivo de la caraota fue generada a finales de la década del 60 y principios del 70 (Díaz y Salas, 1973). Sin embargo, actualmente se desconoce la incidencia, distribución y grupos de anastomosis de este patógeno asociados al cultivo de la caraota en la región central particularmente en los estados Aragua y Carabobo.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los aislamientos de *Rhizoctonia solani* que inducen pudriciones radicales en cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), en Maracay, estado Aragua, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación en campo y toma de muestras

Se tomaron 150 plántulas de caraota de diferentes cultivares experimentales, de 20 a 25 días de edad, provenientes del campo

experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay en el estado Aragua. Las plántulas exhibían síntomas típicos inducidos por *Rhizoctonia* los cuales incluían lesiones cóncavas rojizo-pardas y estrangulamiento en la base del tallo.

Aislamiento e identificación de *R. solani* a partir de tejidos vegetales

El material sintomático de plantas colectadas en campo fue lavado con agua corriente y desinfectado con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min; luego se lavó con agua destilada estéril, y se colocó en papel absorbente estéril para su secado. Con un bisturí esterilizado y bajo cámara de flujo laminar se cortaron secciones de tallos, raíces y hojas (2-4 mm²) a partir de la zona de avance de la lesión. Luego, con una aguja de disección, se colocaron cuatro cortes en cápsulas de Petri de 9 cm de diámetro con el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) suplementado con el antibiótico sulfato de estreptomina a una concentración de 50 mg·L⁻¹, para disminuir el crecimiento de bacterias. Las cápsulas se incubaron en condiciones de luz natural durante 3 días hasta el desarrollo de las colonias con temperaturas que oscilaban entre 30-33 °C (según Bolkan y Ribeiro, 1985, los aislamientos de *R. solani* tienen un óptimo de crecimiento a 30 °C).

Las colonias con características típicas de *Rhizoctonia* se transfirieron a cápsulas de Petri y tubos de ensayo con PDA, para obtener cultivos puros del hongo con el fin de efectuar la caracterización, pruebas de patogenicidad y determinación de los grupos de anastomosis de *R. solani*.

Caracterización morfológica de *R. solani*

La caracterización morfológica de *R. solani* fue realizada tomando como criterios: la tasa de crecimiento, zonación y formación de esclerocios. La tasa de crecimiento de los aislamientos fue determinada midiendo el diámetro de la colonia después de las 24 y 48 h de incubación a temperaturas que oscilaban entre 30-33 °C. Todos los aislamientos fueron transferidos a cápsulas de Petri de 9 cm de diámetro, que contenían medio de cultivo PDA y se incubaron durante 48 h. En la zona de crecimiento de las colonias, se tomaron discos de agar de 3 mm de diámetro. Los discos

fueron colocados en el centro de cada cápsula de Petri con PDA. Cinco cápsulas fueron usadas para cada aislamiento.

La zonación refiere a cambios periódicos en el crecimiento micelial y en la densidad, que da como resultado la formación de regiones miceliales compactas (Ui, 1973; Galindo et al., 1982b). Esta fue determinada, colocando discos de agar de 3 mm de diámetro en el centro de cada cápsula de Petri con PDA. Estas cápsulas (cinco por aislamiento) se envolvieron con papel aluminio, para proporcionar absoluta oscuridad y se incubaron durante dos semanas a temperaturas que oscilaban entre 30-33 °C.

La formación de esclerocios se realizó colocándose en el centro de las cápsulas de Petri con PDA discos de agar de 3 mm de diámetro de la zona de crecimiento de los aislamientos. Las cápsulas (cinco por aislamiento) fueron incubadas a temperaturas de 33-35 °C, bajo luz continua durante dos semanas.

Determinación de los grupos de anastomosis

Para la determinación de los grupos de anastomosis de *R. solani* se utilizaron probadores o patrones de dichos grupos (AG-1-1, AG-1-1A, AG-1-1B, AG-2-1, AG-2-2 y AG-4), los cuales fueron facilitados por los Drs. Larry Trevathan y María Tomaso Peterson del Departamento de Fitopatología de la Universidad Estatal de Mississippi y se utilizó el método sugerido por Parmeter et al. (1969).

Se esterilizaron cápsulas de Petri de 15 cm de diámetro, conjuntamente con láminas de portaobjetos en su interior. Se vació una capa muy fina del medio agarificado PDA (13g·L⁻¹) en las mismas. Posteriormente, se colocaron en lados opuestos en cada lámina portaobjeto, discos de micelio de 3 mm de diámetro de la zona de avance de las colonias creciendo en PDA de los patrones y aislamientos de *R. solani* a probar. Las láminas fueron colocadas en cápsulas de Petri e incubadas a temperaturas de 30-33 °C. Una vez que los aislamientos se ponían en contacto, generalmente después de las 24 horas, cada lámina portaobjeto fue retirada de la cápsula con ayuda de un bisturí estéril. La zona de contacto hifal fue teñida con lacto-fucsina y cubierta con un cubreobjeto. Mediante un microscopio de luz se registraron las reacciones observadas usando el criterio de MacNish et al. (1993) para definir los grupos de

anastomosis en *R. solani* (CO= no hay interacción; C1= sólo contacto hifal; C2= reacción de muerte; y C3 = fusión perfecta).

Prueba de patogenicidad para la evaluación de pudrición de raíces e hipocótilos

En las pruebas de patogenicidad se evaluaron los siguientes cultivares de caraota: MEX-369, MEX-E-62, DOR-227, DOR-390, DOR-448, DOR-454, DOR-470, DOR-500, MUS-90, Victoria, Tacarigua, Montalbán, Corocito, EMP-152, ICTA-JU-90-4, Tenerife, BAT-245 y Línea-140. Se probaron tres aislamientos de *R. solani* identificados con las siglas CRH-V, CRH-558, CRH-F.

Para el crecimiento del inóculo, se colocaron 100 semillas de maíz en remojo por 12 h en agua destilada estéril. Luego, el maíz fue colocado en autoclave a 121 °C durante 30 min por dos días consecutivos. Del margen de las colonias de cada aislamiento de 4 días de crecimiento se tomaron dos discos de 1,5 de diámetro y fueron colocados en vasos de precipitado; al testigo sólo se le agregó PDA sin el hongo. El inóculo fue incubado a temperatura 28 ± 3 °C por 10 días. Cada dos días los vasos fueron agitados para asegurar el crecimiento homogéneo del hongo en las semillas de maíz.

Se utilizaron semillas de los cultivares de caraota previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% por 2 min. Luego fueron colocadas en cápsulas de Petri con medio de cultivo PDA e incubadas a temperatura de 30-33 °C durante tres días. De esta manera se seleccionaban las semillas que presentaron apariencia sana para la siembra. Las semillas fueron sembradas en bolsas plásticas con una mezcla de arena y suelo estéril. A cada bolsa se le sembró una semilla de caraota y se inocularon con un grano de maíz infestado con *R. solani* cercano a la misma. Al testigo se le colocó el grano de maíz sin el hongo.

Después de 15 días todas las plantas fueron removidas de las bolsas y se eliminó el suelo presente en las raíces con agua corriente. Las raíces e hipocótilos de cada planta fueron evaluados usando una escala ordinal del 0 al 5, desarrollada por Cardoso y Echandi (1987), donde 0= ninguna lesión, 1= lesiones < 2,5 mm de largo, 2= lesiones desde 2,5 hasta 5 mm, 3= lesiones > 5 mm, 4= lesiones rodeando la planta y marchitando hojas y 5= plantas con “damping-off” o muerte.

Luego, todas las plantas fueron cortadas a nivel del cuello de la raíz, se colocaron en la estufa a 45 °C durante 72 h y posteriormente se registró el peso seco de cada una de las partes.

Análisis estadístico

Para la tasa de crecimiento de los aislamientos se usó un diseño completamente al azar con ocho repeticiones y se interpretó mediante análisis de varianza y comparación de medias según prueba de Duncan. El análisis fue realizado usando el procedimiento de modelo lineal general del programa SAS (Cary, NC. Versión 8,2).

En la prueba de patogenicidad de pudrición de raíces e hipocótilos, se utilizó un diseño completamente al azar, con ocho repeticiones. Para el análisis de severidad se utilizó al análisis de varianza unifactorial por rangos, de Kruskal-Wallis y comparación de rangos de medias. Para el análisis de la varianza de los pesos secos, éstos fueron transformados mediante $Y = X + 0,5$ y se aplicó la prueba de medias de Tukey mediante el programa Statistix, versión 7,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación en campo

Las plántulas de los cultivares de caraota en siembras experimentales localizadas en el campo experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, presentaban síntomas típicos de *Rhizoctonia* que incluyen lesiones cóncavas rojizo-pardas de forma y tamaño variable y estrangulamiento en la base del tallo. Los síntomas observados concordaron con los inducidos por *R. solani* en caraota, señalados por varios autores (Hagedorn, 1994; Allen, 1997).

Aislamiento e identificación de *R. solani* a partir de tejidos vegetales

Los aislamientos del hongo a partir de raíces, hojas e hipocótilos de plantas de caraota infectadas presentaban las características típicas del micelio de *R. solani*, que incluyen ramificación cercana al septo distal de células vegetativamente jóvenes, constricción de la hifa y formación del septo a corta distancia cercano al punto de origen de la ramificación hifal y color del micelio con variaciones desde pardo-claro hasta pardo-oscuro, dependiendo de la edad del

cultivo. Esta descripción coincide con la reportada por Ogoshi (1987) y Sneh et al. (1998). Se realizaron un total de 48 aislamientos de *R. solani*, de los cuales fueron seleccionados por sus características morfológicas tres aislamientos, CRH-V, CRH-558 y CRH-F, que indujeron lesiones en el hipocótilo y raíces.

Caracterización morfológica de *R. solani*

Los aislamientos de *R. solani* CRH-V, CRH-558 y CRH-F que indujeron pudriciones en raíces e hipocótilos difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) en su tasa de crecimiento sobre PDA (Cuadro 1). Las diferencias en tasa de crecimiento pudieron apreciarse a las 24 h y fueron más evidentes a las 48 h, formándose tres grupos estadísticamente diferentes. El aislamiento con más rápido crecimiento fue CRH-F con un promedio de 8,36 cm, mientras que el aislamiento con crecimiento más lento fue CRH-V con un promedio de 5,6 cm y el aislamiento CRH-558 se comportó de manera intermedia con un promedio de 7,16 cm a las 48 h de incubación.

En forma similar, Durbin (1959) encontró diferencias en la tasa de crecimiento entre aislamientos de *R. solani* con crecimientos aéreos, superficiales y subterráneos, siendo mayor la tasa de crecimiento en los aéreos y menor en los subterráneos.

Zonación: Dos de los aislamientos obtenidos (CRH-V y CRH-558) mostraron zonación (Cuadro 1). Este criterio sólo evidencia diferencias morfológicas entre aislamientos de *R. solani* de caraota, mas no ha sido asociado a grupos de anastomosis.

Algunos autores (Galindo et al., 1982a; 1982b) han señalado la presencia o ausencia de regiones zonadas de los aislamientos de *R. solani* en caraota, como parte de la caracterización morfológica.

Formación de esclerocios: En el aislamiento CRH-F se produjeron esclerocios individuales y en forma de agregados, de color blanco, después de dos semanas de edad bajo luz artificial continua. El tamaño osciló desde pequeños esclerocios de 0,3 mm de diámetro hasta la formación de agregados de 9 mm de diámetro, forma esférica y de color pardo-claro en la madurez; los cuales estaban abundantemente

dispersos en la superficie de la colonia y en forma aérea. En los aislamientos CRH-V y CRH-558, no hubo formación de esclerocios bajo las condiciones anteriores, pero sí presentaron zonación.

En los aislamientos, a excepción del CRH-F, la

tasa de crecimiento fue inhibida por la luz artificial continua y por ende la formación de esclerocios. En condiciones de luz natural todos los aislamientos produjeron esclerocios que diferían en color, tamaño, forma y distribución en la superficie de la colonia.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento de los aislamientos de *R. solani* causantes de pudriciones de raíces e hipocótilos en caraota cultivada en el campo del CENIAP, Maracay, Venezuela

Aislamiento	Crecimiento		Formación de esclerocios	Zonación
	cm·día ⁻¹	cm·día ⁻¹		
CRH-F	3,88 a	8,36 a	Individuales y agregados	Ausencia
CRH-558	3,42 a	7,16 b	No hubo	Presencia
CRH-V	2,00 b	5,60 c	No hubo	Presencia

Medias seguidas de igual letra en la columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Determinación de los grupos de anastomosis

De acuerdo a las reacciones hifales usando el criterio de MacNish et al. (1993), en el aislamiento CRH-F se observó reacción del tipo C1, o sea, "solo contacto hifal" con el patrón AG-1-1. Fenotípicamente no hubo evidencia de fusión de paredes y membranas. Los aislamientos tienen una relación distante y pueden pertenecer al mismo o a diferente grupo de anastomosis. El aislamiento produjo anastomosis con sí mismo, pero no con los demás aislamientos probados.

En el aislamiento CRH-558 también se apreció sólo contacto hifal con el patrón AG-4 y no se produjo anastomosis con sí mismo ni con los demás aislamientos probados. En el aislamiento CRH-V se observó reacción del tipo C0 (no hubo

interacción). Las hifas se superponen y no se reconocen. No existieron relaciones entre el aislamiento probado y los patrones utilizados, por consiguiente, pertenecen a grupos diferentes de anastomosis. El aislamiento no produjo anastomosis con sí mismo ni con los demás aislamientos probados.

Esta situación se ha presentado en trabajos previos (Sherwood, 1969; Galindo et al., 1982a). Parmeter et al. (1969) sugieren que algunos aislamientos pueden tener capacidad de anastomosis con otros aislamientos o ésta puede ser extremadamente infrecuente. También señalan como alternativa que en la naturaleza existen grupos de anastomosis adicionales, pero que son aislados con menor frecuencia.

Cuadro 2. Comparaciones de medias del peso seco de las raíces en gramos por cultivar de caraota, inoculados con los aislamientos (CRH-V, CRH-558 y CRH-F) de *R. solani* causantes de pudriciones de raíces e hipocótilos

Cultivar	Peso	Cultivar	Peso
DOR-470	0,3975 cd	L-140	0,1535 d
DOR-390	0,3435 cd	BAT-245	0,3130 cd
DOR-500	0,5548 bc	EMP-152	0,1295 d
DOR-454	0,3795 cd	ICTA-JU-90-4	0,2545 d
DOR-227	0,2722 cd	Tenerife	0,3210 cd
Victoria	0,7395 b	MEX-369	0,3813 cd
MUS-90	0,3200 cd	Tacarigua	0,7652 b
MEX-E-62	1,4675 a	Corocito	0,2530 d
DOR-448	0,3705 cd	Montalbán	0,3670 cd
Gran media			0,432
CV peso seco total (%)			40,790
CM cultivar			0,395

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En vista que los aislamientos CRH-V, CRH-558 y CRH-F que indujeron pudriciones fallaron

en producir anastomosis con los patrones usados, pudiese ser necesario probarlos con una mayor

cantidad de aislamientos patrones, o posiblemente se trate de nuevos grupos de anastomosis no señalados.

En caraota han sido señalados los grupos de anastomosis AG-1, AG-2 y AG-4 que han resultado patogénicos (Muyolo et al., 1993; Engelkes y Windels, 1996; Godoy-Lutz et al., 1996).

Prueba de patogenidad para la evaluación de pudrición de raíces e hipocótilos

La pudrición de la semilla o muerte pre-emergente fue el primer síntoma observado una semana después de la inoculación. Al poco tiempo de emergidas las plantas aparecieron lesiones

deprimidas, pardo-rojizas, en la zona del hipocótilo, muy cercanas a la línea del suelo. Las raíces infectadas mostraron áreas decoloradas, siendo mayor la infección a nivel del cuello de la planta.

Hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el peso seco de las raíces entre cultivares, aislamientos e interacciones cultivar por aislamiento (Cuadro 2). En las comparaciones por cultivar, hubo mayor peso seco de raíces en el cultivar MEX-E- 62 y menor en el cultivar EMP-152. El aislamiento CRH-558 y la interacción del cultivar EMP-152 por el aislamiento CRH-V, tuvieron mayor efecto patogénico sobre las raíces (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Peso seco de las raíces en gramos por aislamiento de *R. solani* causante de pudriciones de raíces e hipocótilos

Aislamiento	Media
CRH-V	0,4969 a
CRH-F	0,4568 a
Testigo	0,4349 a
CRH-558	0,3409 b
Gran media	0,432
CV peso seco total (%)	40,79
CM aislamiento	0,112

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 4. Comparaciones de medias del peso seco de las raíces en gramos, de las interacciones cultivar por aislamiento de *R. solani* causantes de pudriciones de raíces e hipocótilos

Cultivar	Testigo	Aislamientos		
		CRH-V	CRH-558	CRH-F
DOR-470	0,3920 efghijklmn	0,4160 defghijklmn	0,5580 defghijklmn	0,2240 jklmn
DOR-390	0,5880 cdefghijklmn	0,3680 fghijklmn	0,060 mn	0,3580 fghijklmn
DOR-500	0,5540 defghijklmn	0,4000 efghijklmn	0,1992 lmn	1,0660 abcde
DOR-454	0,4000 fghijklmn	0,6020 cdefghijklm	0,0960mn	0,4200 fghijklmn
DOR-227	0,3140 ghijklmn	0,1147 mn	0,4060 fghijklmn	0,2540 ijklmn
Victoria	0,3120 ghijklmn	0,8420 bcdefghij	0,9320 bcdefgh	0,8720 bcdefghi
MUS-90	0,3260 ghijklmn	0,6020 cdefghijklm	0,1680 lmn	0,1840 lmn
MEX-E-62	1,5580 ab	1,8840 a	1,3220 abc	1,1060 abcd
DOR-448	0,4140 defghijklmn	0,3960 efghijklmn	0,2380 klmn	0,4340 defghijklmn
L-140	0,3120 ghijklmn	0,1820 lmn	0,0480 mn	0,0720 mn
BAT-245	0,4120 defghijklmn	0,4280 defghijklmn	0,0860 mn	0,3260 fghijklmn
EMP-152	0,1060 mn	0,0140 n	0,1400 mn	0,2580 ijklmn
ICTA-JU-90-4	0,3940 efghijklmn	0,2300 jklmn	0,1340 mn	0,2600 ijklmn
Tenerife	0,4620 defghijklmn	0,2640 ijklmn	0,2200 jklmn	0,3380 fghijklmn
MEX-369	0,2940 hijklmn	0,8386 bcdefghijkl	0,2386 ijklmn	0,1540 lmn
Tacarigua	0,2380 jklmn	1,0136 abcdef	0,8390 bcdefghijk	0,9700 bcdefg
Corocito	0,2900 hijklmn	0,0460 mn	0,2420 ijklmn	0,4340 defghijklmn
Montalbán	0,4620 defghijklmn	0,3040 hijklmn	0,2100 jklmn	0,4920 defghijklmn
Gran Media			0,4322	
CV peso seco total (%)			40,79	
CM cultivar x aislamiento			0,5282	

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 5. Peso seco de la parte aérea (g-planta⁻¹) en cultivares de caraota inoculados con los aislamientos (CRH-V, CRH-558 y CRH-F) de *R. solani* causantes de pudriciones de raíces e hipocótilos

Cultivar	Media
DOR-470	1,5055 bcd
DOR-390	1,4275 bcd
DOR-500	2,0348 b
DOR-454	1,5065 bcd
DOR-227	0,9870 de
Victoria	1,6155 bc
MUS-90	1,4750 bcd
MEX-E-62	3,3705 a
DOR-448	0,5860 e
L-140	0,6790 e
BAT-245	0,5980 e
EMP-152	0,6685 e
ICTA-JU-90-4	0,7655 e
Tenerife	0,6870 e
MEX-369	0,7150 e
Tacarigua	1,5019 bcd
Corocito	1,0257 cde
Montalbán	1,8835 b
Gran media	1,2331
CV peso seco total (%)	19,45
CM cultiva	1,11294

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

También se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre cultivares para el peso seco de la parte aérea, resultando el cultivar MEX-E-62 con el mayor valor y el DOR-448 con el menor (Cuadro 5). Así mismo, hubo significancia entre aislamientos y en la interacción cultivar por aislamiento. En tal sentido, el aislamiento CRH-558 y la interacción del cultivar EMP-152 con el aislamiento CRH-V tuvieron mayor efecto patogénico sobre la parte aérea (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Comparaciones de medias del peso seco de la parte aérea en gramos por aislamiento de *R. solani* causante de pudriciones de raíces e hipocótilos

Aislamiento	Media
Testigo	1,6804 a
CRH-F	1,3362 b
CRH-V	1,2736 b
CRH-558	0,8281 c
Gran media	1,2331
CV peso seco total (%)	19,45
CM aislamiento	1,62833

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) basado en la prueba de medias de Tukey

Los cultivares tuvieron un comportamiento

similar en cuanto a las características de las lesiones en las raíces e hipocótilos y sólo hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en seis cultivares (DOR-390, DOR-227, MUS-90, Tenerife, Tacarigua y Corocito). Entre éstos, DOR-390 y MUS-90 se vieron afectados en menor grado por el aislamiento CRH-V, Tenerife por el aislamiento CRH-558 y los cultivares restantes por el aislamiento CRH-F (Cuadro 8).

Los cultivares EMP-152 y DOR-448 fueron los más afectados por los aislamientos de *R. solani* al alcanzar el menor peso seco tanto en raíces como en la parte aérea. El aislamiento CRH-558 causó mayor disminución al peso seco en cualquiera de las partes de la planta, mientras que la interacción EMP-152 x CRH-V lo afectó en ambas partes. Los cultivares DOR-470, DOR-454, DOR-227, DOR-448, EMP-152, Tenerife e ICTA-JU-90-4 fueron los menos afectados en relación a la reducción del peso seco de las raíces, mientras que DOR-470, DOR-500, DOR-454, DOR-227, Victoria, BAT-245, Tenerife y Tacarigua fueron los menos afectados en la parte aérea.

En general, las lesiones causadas en las raíces e hipocótilos fueron mayores a 5 mm de largo sin llegar a rodear la planta y causar marchitez en las hojas a los 15 días después de la inoculación.

Cuadro 7. Peso seco (g) de la parte aérea de las interacciones cultivar por aislamiento de *R. solani* causantes de pudriciones de raíces e hipocótilos en caraota

Cultivar	Aislamiento	Peso (g)	Cultivar	Aislamiento	Peso (g)
DOR-470	Testigo	2,4820 abcdefg	L-140	Testigo	1,1980 cdefghijklm
	CRH-V	1,1000 defghijklm		CRH-V	0,5920 ghijklm
	CRH-558	0,8160 efghijklm		CRH-558	0,3380 lm
DOR-390	CRH-F	1,6240 bcdefghijklm	BAT-245	CRH-F	0,5880 ghijklm
	Testigo	2,8120 abcd		Testigo	0,7340 fghijklm
	CRH-V	1,3700 bcdefghijklm		CRH-V	0,6940 fghijklm
DOR-500	CRH-558	0,4460 klm	EMP-152	CRH-558	0,2820 lm
	CRH-F	1,0820 defghijklm		CRH-F	0,6820 fghijklm
	Testigo	2,6400 abcde		Testigo	0,7320 fghijklm
DOR-454	CRH-V	1,7520 bcdefghijklm	ICTA-JU-90-4	CRH-V	0,2000 m
	CRH-558	1,3573 cdefghijklm		CRH-558	0,6240 ghijklm
	CRH-F	2,3900 abcdef		CRH-F	1,1180 defghijklm
DOR-227	Testigo	1,7640 bcdefghijklm	Tenerife	Testigo	1,8180 bcdefghijkl
	CRH-V	2,3540 bcdefgh		CRH-V	0,4900 hijklm
	CRH-558	0,7360 fghijklm		CRH-558	0,2740 lm
Victoria	CRH-F	1,1720 defghijklm	Mex-369	CRH-F	0,4800 hijklm
	Testigo	1,2500 bcdefghijklm		Testigo	0,8420 efghijklm
	CRH-V	0,4720 ijklm		CRH-V	0,7280 fghijklm
MUS-90	CRH-558	1,3280 cdefghijklm	Tacarigua	CRH-558	0,4260 klm
	CRH-F	0,8980 efghijklm		CRH-F	0,7520 fghijklm
	Testigo	1,7080 bcdefghijklm		Testigo	1,1140 defghijklm
MEX-E-62	CRH-V	1,1780 defghijklm	Corocito	CRH-V	0,9720 defghijklm
	CRH-558	2,1020 bcdefghij		CRH-558	0,2960 lm
	CRH-F	1,5240 bcdefghijklm		CRH-F	0,4780 hijklm
DOR-448	Testigo	2,1600 bcdefghij	Montalbán	Testigo	1,3640 bcdefghijklm
	CRH-V	2,4780 abcdef		CRH-V	1,8557 bcdefghijkl
	CRH-558	0,5220 hijklm		CRH-558	1,1780 cdefghijklm
DOR-448	CRH-F	0,7400 fghijklm	Montalbán	CRH-F	1,6100 bcdefghijklm
	Testigo	3,3460 abc		Testigo	1,3940 bcdefghijklm
	CRH-V	4,8820 a		CRH-V	0,3007 lm
DOR-448	CRH-558	2,2700 bcdefghi	Montalbán	CRH-558	0,7340 fghijklm
	CRH-F	2,9840 abcd		CRH-F	1,6740 bcdefghijklm
	Testigo	0,7820 efghijklm		Testigo	2,1080 bcdefghijk
DOR-448	CRH-V	0,4200 jklm	Montalbán	CRH-V	1,1360 defghijklm
	CRH-558	0,3860 klm		CRH-558	0,7900 efghijklm
	CRH-F	0,7560 efghijklm		CRH-F	3,5000 ab
Gran media				1,2331	
CV peso seco total (%)				19,45	
CM cultivar x aislamiento				0,18571	

Grupos de igual letra en la columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 8. Severidad en las pudriciones de raíces e hipocótilos, inducida por tres aislamientos de *R. solani* en 18 cultivares de caraota inoculados artificialmente

Cultivar	Testigo	CRH-V	CRH-558	CRH-F	Cultivar	Testigo	CRH-V	CRH-558	CRH-F
DOR-470	b (5,0)	a (18,0)	a (21,5)	a (21,5)	L-140	b (4,5)	a (21,5)	a (22,5)	a (17,3)
DOR-390	b (5,0)	ab (16,9)	a (23,5)	a (20,5)	BAT-245	b (4,5)	a (19,0)	a (21,9)	a (20,5)
DOR-500	b (4,5)	a (18,0)	a (24,2)	a (19,2)	EMP-152	b (4,5)	a (19,6)	a (23,0)	a (18,8)
DOR-454	b (5,0)	a (17,5)	a (23,5)	a (19,9)	ICTA-JU-90-4	b (4,5)	a (17,0)	a (21,5)	a (23,0)
DOR-227	b (4,5)	a (22,5)	a (22,5)	ab (16,3)	Tenerife	b (4,5)	a (21,1)	ab (16,5)	a (23,8)
Victoria	b (4,5)	a (19,7)	a (20,8)	a (20,8)	MEX-369	b (4,5)	a (21,1)	a (23,3)	a (17,0)
MUS-90	b (4,5)	ab (16,2)	a (25,7)	a (19,5)	Tacarigua	b (4,5)	a (22,0)	a (23,5)	ab (16,0)
MEX-E-62	b (4,5)	a (18,6)	a (22,8)	a (20,0)	Corocito	b (4,5)	a (24,0)	a (22,7)	ab (14,6)
DOR-448	b (4,5)	a (19,9)	a (20,0)	a (21,5)	Montalbán	b (4,5)	a (22,8)	a (20,0)	a (18,6)

Grupos de igual letra en la fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) de acuerdo al análisis de varianza unifactorial por rangos, de Kruskal-Wallis.

Números entre paréntesis representan el rango de la media en el análisis de Kruskal-Wallis

Severidad de la enfermedad de acuerdo a la escala del 0-5, con 0 = planta sin lesión (sana) y 5 = planta con damping-off o muerte

CONCLUSIONES

Los aislamientos de *Rhizoctonia solani*, identificados como CRH-V, CRH-F y CRH-558, ocasionaron pudrición de raíces e hipocótilos en plantas de caraota.

Se detectaron diferencias entre los aislamientos de *R. solani* en cuanto a la tasa de crecimiento y formación de esclerocios en medio de cultivo.

Los tres aislamientos fallaron en formar anastomosis con los patrones disponibles (AG-1-1, AG-1-1A, AG-1-1B, AG-2-1, AG-2-2 y AG-4). Sólo se evidenciaron reacciones de contacto entre el aislamiento CRH-F con AG-1-1 y CRH-558 con AG-4. El aislamiento CRH-V no presentó ningún tipo de reacción con los patrones usados. Se infiere que los aislamientos podrían tener algún tipo de relación con los grupos de anastomosis usados o probablemente pertenezcan a grupos de anastomosis que no han sido señalados en caraota.

Todos los aislamientos afectaron el peso seco de las raíces y la parte aérea de los cultivares de caraota.

Los cultivares DOR-454, MEX-E-62, DOR-470, DOR-500, DOR-227, Victoria, y Tacarigua, fueron menos afectados en cuanto al desarrollo foliar y diámetro de las lesiones en hipocótilos.

LITERATURA CITADA

1. Abawi, G.S. 1994. Pudriciones radicales. *In*: M. Pastor-Corrales y H.F. Schwartz (eds.). Problemas de Producción del Frijol en los Trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
2. Allen, D.J. 1997. Food legumes. *In*: R.J. Hillocks y J. M. Waller (eds.). Soilborne Diseases of Tropical Crops. CABI Pub. Cambridge, UK. pp. 85-90.
3. Baker, K.F. 1970. Types of *Rhizoctonia* diseases and their occurrence. *In*: J.R. Jr. Parmeter (eds.) *Rhizoctonia solani* Biology and Pathology. University of California. Press. Berkeley. pp. 125-148.
4. Bell, D.K. y D.R. Sumner. 1982. Virulence of *Rhizoctonia solani* AG-2 Types 1 and 2 and AG-4 from peanut, seed on corn, sorghum, lupine, snap bean, peanut and soybean. *Phytopathol.* 72: 947-948.
5. Bolkan, H. y W. Ribeiro. 1985. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolated from Brasil. *Plant Dis.* 69: 599-601.
6. Cardoso, J.E. y E. Ehandi. 1987. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia*-like fungi. *Plant Dis.* 71: 170-176.
7. Díaz, C. y G. Salas. 1973. Variabilidad en la virulencia de grupos subespecíficos de *Rhizoctonia solani* patogénicos en leguminosas. *Agronomía Tropical* 23: 27-30.
8. Durbin, R.D. 1959. Factors affecting the vertical distribution of *Rhizoctonia solani* reference to CO₂ concentration. *Amer. J. Bot.* 46: 22-25.
9. Engelkes, C.A. y C.E. Windels. 1996. Susceptibility of sugar beet and beans to *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IIIB and AG-2-2 IV. *Plant Dis.* 80: 1413-1417.
10. Galindo, J. J., G. Abawi y H. Thurston. 1982a. Variability among isolate of *Rhizoctonia solani* associated with snap bean hypocotyls and soils in New York. *Plant Dis.* 66 (5): 390-394.
11. Galindo, J.J., G. Abawi, H. Thurston y G. Galvez. 1982b. Characterization of *Thanatephorus cucumeris* isolates causing web blight of beans in Costa Rica. *Turrialba.* 32(4): 447-455.
12. Godoy-Lutz, G., J. Arias, J. R. Steadman y K. M. Eskridge. 1996. Role of natural seed infection by the web blight pathogen in common bean seed damage, seedling emergence, and early disease development. *Plant Dis.* 80:887-890.
13. Hagedorn, D. J. 1994. *Rhizoctonia* root rot. *In*: R. Hall (ed.). Compendium of Bean Diseases.

- American Phytopathological Society, APS Press. St. Paul, Minnesota. p.13.
14. MacNish, G.C., D. Carling y K. Brainard. 1993. Characterization of *Rhizoctonia solani* AG-8 from bare patches by pectic isozyme. (zymogram) and anastomosis techniques. *Phytopathol.* 83: 922-927.
 15. Mora, O. 1997. Origen e importancia del cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)* 23: 225-234.
 16. Muyolo, N.G., P.E. Lipps y A.F. Schmitthenner. 1993. Reactions of dry bean, lima bean, and soybean cultivars *Rhizoctonia* root and hypocotyls rot and wed blight. *Plant Dis.* 77: 234-238.
 17. Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 125-143.
 18. Parmeter, J.R. Jr., R. Sherwood y W. Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathol.* 59: 1270-1278.
 19. Pastor-Corrales, M. y H. Schwartz. 1994. Problemas de producción del frijol en los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
 20. Sherwood, R.T. 1969. Morphology and physiology in four anastomosis groups of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathol.* 59 (12): 1924-1929.
 21. Smith, S.E. y D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. Cambridge.
 22. Sneh, B., L. Burpee y A. Ogoshi. 1998. Identification of *Rhizoctonia* species. American Phytopathological Society, APS Press. St. Paul, Minnesota. 135 p.
 23. Sumner, D. R. 1985. Virulence of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia* like fungi on selected germplasm of snap bean, lima bean and cowpea. *Plant Dis.* 69:25-27.
 24. Ui, T. 1973. Zonation in cultures of *Rhizoctonia solani* Kühn under continuous darkness. *Trans. Mycology Society Japan.* 14: 179-184.
 25. van Bruggen, A.H., C. Whalen y P. Arneson. 1986. Emergence, growth, and development of dry bean seedlings in response to temperature, soil moisture, and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol.* 76: 568-572.