

# Evaluación patogénica de diferentes hongos asociados a la pudrición de la raíz en dos variedades de frijol y distintos contenidos de humedad edáfica

Pedroza-Sandoval, A.<sup>1</sup>, Castillo-Tovar, H.E.<sup>1</sup>, Samaniego-Gaxiola J.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas. UACH. Apartado Postal No. 8. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo. <sup>2</sup>Campo Experimental de la Laguna. Apartado Postal 247. Torreón, Coah. C.P. 27000. E-mail: [apedroza@lettera.net](mailto:apedroza@lettera.net)

(Aprobado: Septiembre, 2000)

**Resumen.** Se evaluó la actividad patogénica de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Macrophomina phaseolina* en dos variedades de frijol (Pinto Americano y Pinto Laguna 87) y dos contenidos de humedad edáfica (Capacidad de Campo CC y 60% de CC consumida) en condiciones de invernadero. La muerte pre-emergente no varió por la variedad usada ni por el contenido de humedad edáfica en ninguno de los hongos inoculados. La muerte postemergente fue mayor en la variedad Pinto Laguna 87 (41%) en comparación al Pinto Americano (28%). *M. phaseolina* fue el más patogénico con 68% de muerte postemergente; equivalente a cuando este hongo estuvo asociado con *Rhizoctonia* y/o *Fusarium*, con daños del 59, 56 y 50% en las asociaciones *M. phaseolina-R. solani*, *M. phaseolina-F. Solani* y *M. phaseolina-R. solani-F. solani*, respectivamente. *Fusarium* fue prácticamente inócuo, inclusive con efectos antagónicos al asociarse con *Rhizoctonia*.

**Palabras clave:** Frijol, Pudrición de raíz, Antagonismo, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina*.

**Summary.** Pathogenicity of *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* and *Macrophomina phaseolina* was evaluated using two bean cultivars (Pinto Americano y Pinto Laguna 87) and two soil humidity contents (Soil capacity and 60% of SC consumed) under greenhouse at Comarca Lagunera, México. A randomized complete design was used with 4 replications. Bean preemergent death was not different either bean cultivar, soil humidity content, or inoculated fungus. Postemergent death was higher in Pinto Laguna 87 (41 %) the Pinto Americano

(28%) *M. phaseolina* was the most pathogenic fungus producing 68% of postemergent death (PD), which was similar inoculating this fungus associated to *Rhizoctonia* and/or *Fusarium*, it damaging in 59, 56 and 50% of PD in the associations *M. phaseolina-R. solani*, *M. phaseolina-F. solani*, *M. phaseolina-R. solani-F. solani*, respectively. *Fusarium* was not a pathogenic fungus, which associated to *R. Solani* and antagonistic effect could be involved.

**Key words:** Beans, root rot, antagonism, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina*.

## INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el maíz, son la principal fuente de alimentos de la familia mexicana y ambos productos aportan prácticamente el total de proteínas que consumen los estratos sociales de menores ingresos. Desde el punto de vista social, el frijol y el maíz representan una importante fuente de ocupación y de ingreso a la economía campesina, así como una garantía en la seguridad alimentaria, vía autoconsumo (Anónimo, 1988). Actualmente en la Comarca Lagunera la superficie cultivada con esta leguminosa se ha incrementado de manera importante, si se considera que para 1978 se reportaron 6,629 hectáreas cultivadas con este cultivo y para 1994 se reportaron 35,003 hectáreas (Anónimo, 1994). Uno de los

problemas que limitan fuertemente la producción de frijol en la región es el daño por plagas y fitopatógenos, dentro de estos últimos destacan los hongos de la raíz, cuya incidencia y severidad se ven favorecidos por el tipo de sistema de cultivo propios del área (Cárdenas, 1990). Los suelos de la Comarca Lagunera son superficiales y básicamente alcalinos, muy pobres en materia orgánica y todo ello repercute en una importante disminución de la actividad microbiana del suelo, lo cual favorece el desarrollo de hongos fitopatógenos. Por la importancia del cultivo del frijol en la región y el fuerte impacto que están produciendo algunos fitopatógenos se realizó el presente estudio con los objetivos de evaluar la importancia patogénica de los hongos asociados a la pudrición de la raíz del frijol.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el invernadero de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas. UACH ubicada en Bermejillo, Dgo. Se usó un diseño experimental completamente al azar con 4 repeticiones, cada repetición con 32 tratamientos producto del factorial  $2 \times 2 \times 8$ , correspondiente a los factores de variación: variedad (Pinto Americano y Pinto Laguna 87), contenido de humedad edáfica (100% de CC y 60% de CC consumida) y la inoculación de *Rhizoctonia solani*, *fusarium solani* y *Macrophomina phaseolina* aplicados solos y en asociación. La unidad experimental fue de dos plantas por maceta, con un total de 128 macetas en todo el experimento. Las macetas fueron vasos de unicel de 1 kg de capacidad de suelo. Este fue recolectado de la misma área frijolera del campo experimental de la URUZA-UACH y debidamente esterilizado con bromuro de metilo. Previo al llenado de las macetas con suelo cribado, a éste le fue determinada su capacidad de campo por el método de las columnas (Colman, citado por Martínez, 1990), de manera que después de llenadas las macetas, efectuarse la siembra de la semilla de frijol y realizarse la inoculación del o los hongos respectivos, se procedió a aplicar agua periódicamente,

ajustando por diferencia de peso, el contenido de humedad respectivo: 1180g por maceta para CC y 1130 g para el 60% de CC consumida.

**Aislamiento de fitopatógenos.** El aislamiento de los hongos se realizó a partir de plantas de frijol con síntomas de pudrición en la raíz. Los cortes de tejido enfermo debidamente lavados y secados se colocaron en cajas de petri con Papa-Dextrosa-Agar. Después de 48 hrs de incubación a 28°C, se manifestó la presencia de los hongos asociados a la pudrición de la raíz, procediéndose a un separamiento de los principales grupos de hongos: *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani*.

**Reproducción de inóculo.** Para el incremento de inóculo de *Fusarium*, se prepararon 6 frascos de 1 litro de capacidad con un sustrato de 110 g de arena, 40 ml de agua estéril y 40 g de harina de trigo (en partículas de 1 mm de diámetro), que significa una proporción de 1.1: 0.4: 0.4, respectivamente (Harman, *et al.*, 1980). Después de preparada la mezcla del sustrato, éste se esterilizó a una temperatura de 115°C a una presión de 15 lb/pulg<sup>2</sup> y un tiempo de exposición de 20 min. Después de que el sustrato se enfrió, se le agregó una pequeña porción de PDA conteniendo el hongo y se dejó en incubación por 22 días. Para *Rhizoctonia* se prepararon 8 matraces de 250 ml de capacidad agregando 96 g de arena, 4 g de harina de trigo y 20 ml de agua estéril (Carling and Summer, 1991). Para *Macrophomina* se prepararon 30 cajas de petri con 20 g de harina de trigo y 30 ml de agua estéril (Mihail, 1991). La esterilización e incubación de estos dos últimos hongos fue igual que en lo señalado para *Macrophomina*.

**Inoculación.** La inoculación se realizó al momento de la siembra mezclando al suelo en cada maceta 6 g de sustrato colonizado por el hongo respectivo, cuando este se inoculó sólo y haciendo las proporciones correspondientes

cuando los hongos se inocularon asociados, en proporciones 3 : 3 en asociación doble y 2: 2 :2: en asociación triple. A partir de la inoculación las macetas fueron mantenidas a los respectivos contenidos de humedad mediante diferencia de peso.

**Variabes.** Las muertes pre-emergente y postemergente se evaluaron a los 10 días después de la siembra. Posteriormente también se cuantificó el número de plantas marchitas. En todos los casos se procedió a sembrar el tejido dañado respectivo en medio de cultivo para corroborar la presencia del o los hongos previamente inoculados. La altura de planta se determinó a intervalos de 4 días. La severidad de pudrición de raíz, volumen de raíz, peso fresco de planta, peso seco de planta, área foliar, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y número de nódulos por bacterias nitrificantes, se evaluaron al final de experimento (41 días después de la siembra). Para la severidad de la pudrición de raíz se usó una escala de porcentaje de 0 a 100%. El volumen radical se obtuvo por el método de desplazamiento de agua en probeta. El peso de materia seca se realizó después de un secado de tejidos a peso constante en estufa a 55°C. Para el área foliar se utilizó un determinador de área foliar marca IKEGAMI.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Muerte pre-emergente

Las variedades Pinto Americano y Pinto Laguna 87 no difirieron en muerte pre-emergente, comportándose estadísticamente igual en los dos niveles de humedad edáfica y en todas las combinaciones de patógenos inoculados. Estos resultados contrastan con los reportados por Pedroza y Teliz (1992) y Rosas (1990), los primeros indican que *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium* produjeron altos niveles de muerte pre-emergente en frijol e incluso con importantes efectos de interacción, en tanto que el segundo señala diferencias de patogenicidad entre especies de *Fusarium* en la germinación de semilla de trigo, cebada y avena.

### Muerte postemergente

La variedad Pinto Laguna 87 registró un mayor porcentaje de muerte post-emergente con 41% en tanto que en Pinto Americano solo fue del 28%, lo cual evidencia la diferencia en susceptibilidad a la pudrición de raíz en la etapa de plántula, que corresponde a los primeros 20 días después de realizada la siembra (Cuadro 1).

CUADRO 1. Porcentaje de muerte postemergente\* en diferentes variedades de frijol. Bermejillo, Dgo. 1994.

Variiedad	Muerte postemergente*
Pinto Laguna 87	0.82 a
Pinto Americano	0.56 b

Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

\*Con valores porcentuales transformados a un rango de 0 a 2 dividiendo el valor porcentual respectivo entre 50.

Valores con la misma letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales.

La importancia patogénica varió dependiendo del tipo de hongo inoculado o la asociación de hongos fitopatógenos, *Macrophomina* fue el más agresivo, con 68% de muerte postemergente, siguiéndole en importancia las asociaciones *Rhizoctonia* + *Macrophomina* (59%), *Fusarium* + *Macrophomina* (56%) y *Rhizoctonia* + *Fusarium* + *Macrophomina* (50%). *Rhizoctonia* y *Fusarium* solos no difirieron del testigo

(Cuadro 2). Aparentemente *Macrophomina* es el más agresivo solo o en interacción, lo cual es también rotundamente contrastante a lo reportado por Pedroza y Teliz (1992), quienes indentificaron un efecto de nula patogenicidad en *Macrophomina* y de mayor patogenicidad en *Rhizoctonia*. En lo que si fueron coincidentes ambos trabajos fueron en la casi nula patogenicidad de *Fusarium* al

actuar solo o en combinación con otros hongos, como en este caso con *Rhizoctonia*, lo cual también coincide con lo reportado por Duarte (1993) quien indica que *Fusarium* asociado con *E. chrysanthemy* no tuvo efectos significativos en el cultivo del camote e incluso la severidad de la pudrición fue menor que al actuar por separado.

### Porcentaje de plantas sobrevivientes.

*Macrophomina* fue el más severo en porcentaje de plantas marchitas, ya que fue del 100% por lo que el número de plantas sobrevivientes fue de cero, equivalente a los tratamientos donde se asoció este patógeno con *Rhizoctonia* en doble o triple interacción con *Fusarium*. Las inoculaciones de *Rhizoctonia* y *Fusarium* solos o asociados no difirieron del testigo, quienes presentaron el mas alto valor de sobrevivencia. Estos resultados de alguna forma también son opuestos a lo identificado por Pedroza y Teliz (1992). Asimismo el porcentaje de plantas sobrevivientes fue mayor, cuando el suelo se mantuvo a capacidad de campo (CC), en

comparación a cuando se dejó que se consumiera un 60% de CC, lo cual significa que la planta manifiesta una predisposición al ataque de los patógenos por efecto de estrés hídrico, independientemente de las variedades y de los patógenos probados en este estudio.

### Volumen, peso seco y fresco de raíz y altura de planta

El volumen y peso fresco de raíz fueron afectados de manera similar a lo discutido en el porcentaje de plantas sobrevivientes por efecto de los patógenos inoculados y sus interacciones (Cuadro 2). Sin embargo en el análisis por contenido de humedad, sin importar los patógenos inoculados, volumen de raíz, peso fresco y seco de raíz y altura de planta, fueron estadísticamente inferiores cuando se mantuvo el suelo a un 60% de consumida la CC, lo cual indica que el estrés hídrico afectó el desarrollo y crecimiento de la planta de frijol, independientemente de la variedad usada y los hongos inoculados (Cuadro 3).

CUADRO 2. Importancia patogénica de diferentes hongos de la raíz del frijol al ser inoculados solos o en asociación. Bermejillo, Dgo. 1994.

Patógenos	Muerte postemergente*		Porcentaje de plantas sobrevivientes		Volumen de raíz (cm <sup>3</sup> )		Peso fresco de raíz (g)	
Testigo	0.18	c	1.25	a b	5.81	a b	4.00	a b
<i>Rhizoctonia</i> (R)	0.50	b c	1.31	a b	6.93	a b	4.87	a b
<i>Fusarium</i> (F)	0.06	c	1.81	a	7.25	a b	5.31	a b
<i>Macrophomina</i> (M)	1.37	a	0.00	d	----	----	----	----
Rhiz.+Fus.	0.12	c	1.75	a	8.87	a	5.56	a
Rhiz.+Mac.	1.18	a b	0.43	c d	3.75	b c	2.81	a b c
Fus.+Mac.	1.12	a b	0.68	b c	4.37	a b c	3.12	a b c
Rhiz.+Fus.+Mac.	1.00	b c	0.56	c d	2.81	b c	1.87	b c

Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

\*Con valores porcentuales transformados a un rango de 0 a 2 dividiendo el valor porcentual respectivo entre 50.

Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales

CUADRO 3. Efecto del contenido de humedad edáfica en la sobrevivencia de plantas y otras características de desarrollo, en el cultivo del frijol. Bermejillo, Dgo. 1994.

Nivel de humedad edáfica	Porcentaje de plantas sobreviv.	Vol. Raíz (cm <sup>3</sup> )		Peso fresco (g)		Peso seco (g)		Altura de planta (cm)
Capacidad de Campo	1.10	a	7.06	a	9.03	a	0.46	12.90
60% de CC	0.84	b	2.89	b	4.01	b	0.18	6.41

Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

\*Con valores porcentuales transformados a un rango de 0 a 1 dividiendo el valor porcentual respectivo entre 50.

Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales.

**CONCLUSIONES**

Los resultados indican que la patogenicidad de los hongos probados en este estudio depende del tipo de asociación de patógenos y las condiciones en que se desarrolle el cultivo, dificultando la posibilidad de obtener un comportamiento estandar. lo anterior es un indicativo de la necesidad de diseñar estrategias específicas de manejo contra estos patógenos, dependiendo de las condiciones particulares del patógeno-sistema.

**LITERATURA CITADA**

- Aguilera C, M. y E. R. Martínez. 1990. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 321 pp.
- Anónimo. 1988. Abasto y comercialización de productos básicos: frijol. INEGI. Aguascalientes, Ags. 35 pp.
- Anónimo. 1994. Anuario estadístico de la producción agropecuaria y forestal. Patronato para la investigación, fomento y sanidad vegetal de la región lagunera (Coahuila-Durango). Cd. Lerdo, Dgo. 114 pp.
- Cárdenas A., R. 1990. Evaluación de prácticas culturales en el control de la pudrición radical del frijol. Tesis de Licenciatura. Unidad Regional de Zonas Aridas, UACH. Bermejillo, Dgo. 129 pp.
- Carling, D. E. And D. R. Summer, 1991. Rhizoctonia. In: Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi. Singleton, L.L. J.D. Mihail and C.M. Rush (Eds). American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN. P. 157-165.
- Duarte, V. And C.A. Clark, 1993. Interaction of *Erwinia chrysantemy* and *Fusarium solani* on sweetpotato. *Plant Disease* 77: 733-735.
- Herman, G.E. Taylor, A.G. and T.E. Stasa, 1989. Combining effective strains or *Trichoderma harzianum* and soil matrix priming to improve biological seed treatments. *Plant Disease* 73: 631-137.
- Mihail, J.D. 1991. Macrophomina. IN: Methods for Research on Soilborn Phytopathogenic Fungi. Singleton, L.L.J.D. Mihail, and C.M. Rush (Eds). American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN. P. 134-136.
- Pedroza Sandoval, A. y D. Teliz Ortíz. 1992. Patogenicidad relativa de *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y *Macrophomina phaseolina* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de invernadero. *Rev. Mex. De Fitopatología* 10:134-138.
- Rosas R., M. 1990. Germination of contaminated seed of barley, wheat and oats with different species and isolates of *Fusarium*. *Rev. Mex. De Fitopatología* 8:118-125.

