

Reacción de Germoplasma Mejorado de Soya [*Glycine max* (L.) Merr.] a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich y Déficit Hídrico

Reaction of improved soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] germplasm to *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich and drought stress

Homar René Gill-Langarica, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro de Biotecnología Genómica (CBG), Apdo Postal 152, Reynosa, Tamaulipas, México CP 88730; Nicolás Maldonado-Moreno, Víctor Pecina-Quintero, INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Apdo. Postal 172, Río Bravo, Tamaulipas, México CP 88900; y Netzahualcóyotl Mayek-Pérez, IPN-CBG. Correspondencia: nmayek@ipn.mx

INTRODUCCIÓN

La pudrición carbonosa del tallo es causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich y es un problema común en soya [*Glycine max* (L.) Merr.]. La enfermedad se asocia con la sequía y ocasiona pérdidas de 50% en rendimiento en Paraná, Brasil; en México causa daños significativos en soya, frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.]. El daño en soya se desarrolla inicialmente en la raíz y las infecciones severas producen clorosis y muerte de hojas, aparición de una coloración gris en la vaina, pecíolo, tallo y raíz por la formación de microesclerocios. En campo, los síntomas aparecen como reducción de vigor por baja fertilidad del suelo, altas densidades de siembra, sequía, temperaturas mayores a 35°C, y lesiones en la raíz (5). El método más práctico y rentable de control es la producción y cultivo de genotipos resistentes. En EUA se han identificado genotipos resistentes, pero pocos tienen niveles aceptables de resistencia y su eficacia en campo es inconsistente. Los objetivos de este trabajo fueron determinar la variación en la reacción de germoplasma de soya a *M. phaseolina in vitro*; determinar la reacción de dicho germoplasma en invernadero bajo déficit hídrico; e identificar genotipos resistentes en las condiciones de evaluación probadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se incluyeron 83 accesiones de soya: seis variedades comerciales de Taiwán (AGS-154) y Brasil (Curio, DM301, Doko, EMBRAPA-48, Tukano); cuatro variedades Mexicanas (Huasteca 100, Huasteca 200, Suaqui-86, Surubi); y 73 líneas experimentales avanzadas pertenecientes al mismo programa con distintos orígenes. Salvo EMBRAPA-48 (grupo IV); Suaqui-86 y Surubi (grupo V); Doko (grupo VII); y AGS 154 y Curio (grupo desconocido), el germoplasma pertenece al grupo de maduración IX, el cual se cultiva de los 14 a 22° LN y son de son de hábito de crecimiento determinado y con ciclo precoz a intermedio (Cuadro 1). La cepa de *M. phaseolina* utilizada en el estudio se obtuvo de plantas de soya infectadas por el hongo y colectadas en 2004 en el Campo Experimental Sur de Tamaulipas. La cepa se purificó en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) fresco, acidificado con 1 mL de ácido láctico L⁻¹ y se incubó a 30°C durante cinco a siete días para la obtención del aislamiento puro.

Cuadro 1. Genotipos y progenitores de germoplasma de soya (*Glycine max*) evaluado en su reacción al ataque de pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) en el 2006.

| Genotipo | Progenitor | Genotipo | Progenitor |
|--------------|-----------------------------------|----------|-------------------------|
| AGS-154 | Desconocido | H80-1773 | TETABIATE x JÚPITER |
| CURIO | Desconocido | H80-1028 | TRICHE x VICTORIA |
| DM-301 | Desconocido | H98-1076 | BR-10 x BR-25 |
| DOKO | DOKO(4) x IAC-7-R | H98-1552 | BR-11 x H88-2526 |
| EMBRAPA-48 | (DAVIS x PARANÁ) x (IAS 4 x BR-5) | H96-1256 | HUASTECA-200 x STA. |
| ROSA | | | |
| TUCANO | BR83-9520-1(2) x FT ESTRELA | H85-2456 | ICA-LILI-109 x F78-1430 |
| HUASTECA-100 | STA. ROSA x JÚPITER | H85-0771 | ICA-LILI-109 x JÚPITER |
| HUASTECA-200 | F81-5344 x STA. ROSA | H85-2754 | ICA-LILI-109 x |
| MINEIRA | | | |

Reacción de germoplasma de soya a *M. phaseolina in vitro*. La cepa se sembró en PDA y se incubó en oscuridad a 30°C por siete días. Una vez que las cajas fueron invadidas por el hongo, se depositaron 15 semillas de cada uno de los 83 genotipos de soya por caja Petri. Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio 2% por 2 min, se enjuagaron con agua destilada estéril y se colocaron en las cajas colonizadas por el hongo, mismas que se sellaron e incubaron a 30°C en condiciones de oscuridad durante cinco días. Cada genotipo se sembró en dos repeticiones (30 semillas). La severidad de daño en la semilla se midió con la escala de Manici *et al.* (2), donde 0 = semilla sana, 1 = semilla con cierta decoloración, 2 = tegumento invadido por micelio y microesclerocios, 3 = tegumento libre pero la semilla está infectada, 4 = tegumento y semilla infectados, y 5 = la semilla no germina pues está invadida por el hongo. Los valores de 0 a 2 se consideraron como reacción de resistencia y los valores mayores a 2, como reacción de susceptibilidad. El experimento se repitió dos veces.

Reacción de germoplasma de soya a *M. phaseolina* y déficit hídrico en invernadero. Las 83 variedades se establecieron en el invernadero en charolas de poliestireno de 96 pozos bajo un arreglo factorial en parcelas subdivididas con doce repeticiones, donde la unidad experimental consistió en una semilla/plántula. Las parcelas grandes correspondieron a dos condiciones de humedad (riego y sequía); las medianas al factor de inoculación con *M. phaseolina* (inoculado y testigo) y las chicas, a los 83 genotipos. Al momento de la siembra el sustrato (tipo peat-mos Premier®) se inoculó en una proporción del 5% peso/peso con semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) colonizada por el hongo (1). En las parcelas bajo riego se aplicó un riego a capacidad de campo cada tercer día durante el desarrollo del experimento, en las parcelas bajo sequía sólo se aplicó un riego a capacidad de campo al momento de la siembra. La severidad de la enfermedad se determinó a los 14 días después de la siembra considerando la escala de Abawi y Pastor-Corrales (1) que consta de nueve clases, donde 1 = sin síntomas visibles; 3 = hasta 10% de los tejidos de hipocótilo y raíces con lesiones; 5 = hasta 25% de los tejidos con lesiones; 7 = hasta 50% de los tejidos con lesiones y 9 = 75% o más de los tejidos con lesiones. Los valores de 1 a 3 se consideraron como reacción de resistencia y los mayores a 3 como reacción de susceptibilidad. Finalmente, se registró el peso seco de plántula (g) de cada unidad experimental.

Análisis estadístico. Con los datos de reacción a *M. phaseolina in vitro* se determinó la distribución de frecuencias del daño causado por el hongo, mientras que los datos obtenidos en el invernadero se sometieron al análisis de varianza (ANVA). Las variables medidas se sometieron al análisis de correlación de Pearson. El

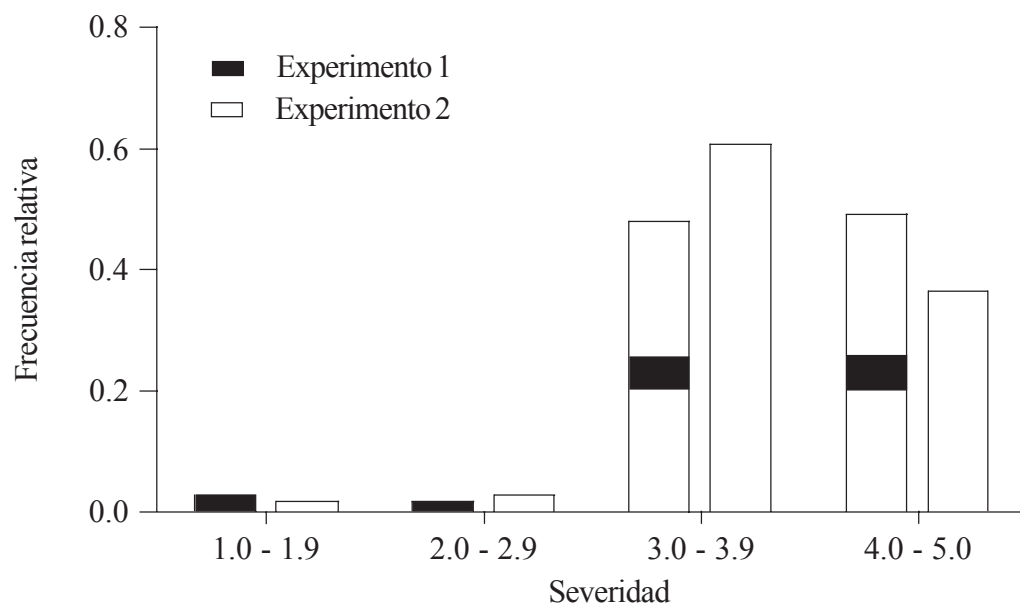


Fig. 1. Frecuencia relativa de la reacción a *Macrophomina phaseolina* de 83 genotipos de soya (*Glycine max*) en dos experimentos *in vitro*.

análisis estadístico se llevó a cabo con el paquete estadístico SAS versión 6.12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reacción de germoplasma de soya a *M. phaseolina* in vitro. El 96.5% del germoplasma fue susceptible a *M. phaseolina*, las líneas H86-5030, H98-1552 y la variedad mexicana Suaqui-86 presentaron los menores daños (Fig. 1). La agresividad del aislamiento fue alta, pues no se observaron valores de reacción menores a 1 ó de cero. No obstante que el germoplasma estuvo expuesto a una alta presión de inóculo, los resultados concuerdan con los observados en maíz (*Zea mays* L.), frijol, soya, cacahuete (*Arachis hypogea* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.) o ajonjolí en pruebas *in vitro* (4), indicando que las evaluaciones conducidas en condiciones de laboratorio ofrecen resultados confiables y rápidos y, particularmente, asociados con los observados en condiciones de invernadero o de campo.

Reacción de germoplasma de soya a *M. phaseolina* y déficit hídrico en invernadero. El ANVA para el peso seco de plántula detectó diferencias significativas ($p < 0.01$) entre niveles de inoculación y entre genotipos, así como en las interacciones dobles y triples, mientras que en el caso de la severidad indicó diferencias significativas ($p < 0.01$) entre niveles de humedad y de inoculación y en las interacciones dobles y triples. La inoculación agravó el efecto de la deficiencia hídrica pues redujo la producción de biomasa seca (Cuadro 2). Los genotipos mostraron valores mayores de biomasa y menores de daños por *M. phaseolina* en condiciones de riego comparados con la condición de sequía, aunque la correlación entre ambas variables mostró valores de intermedios ($r = -0.52^*$) a bajos ($r = -35^*$) en condiciones de deficiencia hídrica y riego, respectivamente (Fig. 2). Suaqui-86 y DM-301 así como H86-5030, H98-1552, H98-0695 fueron resistentes al hongo y presentaron los mayores promedios de biomasa en condiciones de riego y déficit hídrico. H86-5030 mostró resistencia tanto en riego como en sequía en invernadero e *in vitro*. Los resultados de este trabajo confirmaron que la inoculación artificial y la sequía favorecen la colonización de raíces y tallos de la plántula de soya por *M. phaseolina*. El contenido de agua en el ambiente es importante para la supervivencia y reproducción del hongo, pues aún con contenidos de humedad de -80 KPa ocurre la germinación de microesclerocios. El hongo tolera bajos contenidos hídricos y aún en dichas condiciones mantiene su agresividad en semillas y plántulas de frijol; el contenido alto de agua en el suelo afecta negativamente la colonización de la raíz de soya por *M. phaseolina*. Un aspecto negativo del proceso de búsqueda de resistencia a *M. phaseolina* en el germoplasma mexicano es la presencia de genotipos pertenecientes al grupo de maduración IX, ya que el germoplasma tardío de los grupos de maduración III, IV y V en general es resistente al hongo. Los resultados de este trabajo coinciden en ese sentido, debido a la baja frecuencia de genotipos resistentes a pudrición carbonosa, ya que pertenecen a los grupos de maduración precoz. Un comportamiento similar en cuanto a la asociación entre precocidad y susceptibilidad a *M. phaseolina* y déficit hídrico en campo, se ha observado en

Cuadro 2. Peso seco de plántula y severidad de daño por *Macrophomina phaseolina*, entre condiciones de humedad y de inoculación con el hongo en soya (*Glycine max*), en Reynosa, Tamaulipas, México.

| Niveles | Peso seco (g) | Severidad de daño |
|----------------|---------------|-------------------|
| Humedad | | |
| Riego | 0.17356 | 0.1000 |
| Sequía | 0.17242 | 2.2506 |
| DMS (P = 0.05) | 0.00114 | 2.1506 |
| Inoculación | | |
| Inoculado | 0.15561 | 1.1858 |
| No inoculado | 0.19038 | 1.16483 |
| DMS (P = 0.05) | 0.03477 | 0.02097 |

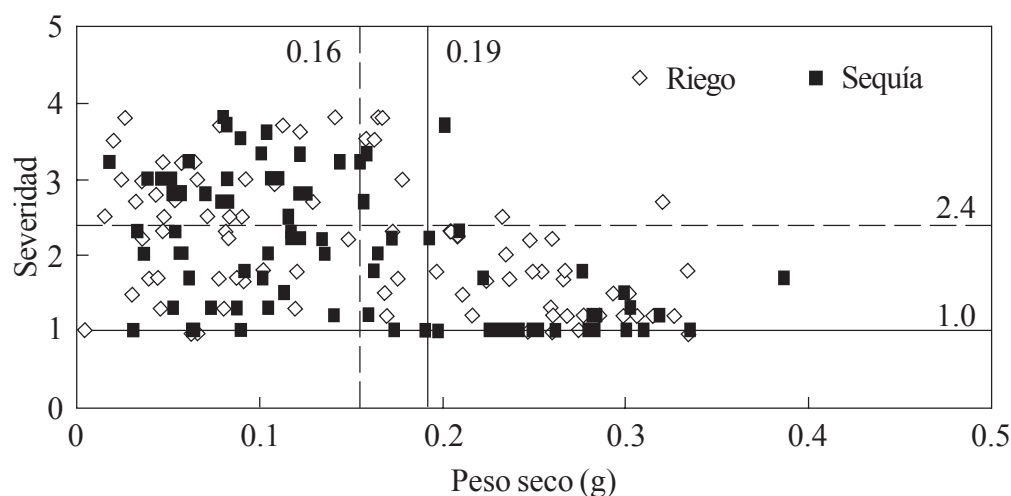


Fig. 2. Relación entre peso seco de plántula y reacción a *Macrophomina phaseolina* en soya (*Glycine max*) cultivada bajo riego y sequía en invernadero en Reynosa, Tamaulipas, México. Las líneas horizontales y verticales completas indican las medias de peso seco y severidad del hongo, respectivamente, en el germoplasma cultivado en condiciones de riego; las líneas punteadas corresponden a las medias para el nivel con déficit hídrico.

germoplasma de frijol (3). Los genotipos identificados como resistentes son promisorios para derivar materiales genéticos de soya con características de resistencia combinada a déficit hídrico y *M. phaseolina*, o bien, funcionar como progenitores en esquemas de mejoramiento genético para el sur de Tamaulipas, México. Futuros trabajos en campo serán indispensables para corroborar la clasificación aquí realizada. El hongo *M. phaseolina* no puede eliminarse totalmente del suelo y por ello constituye una amenaza actual y potencial para la producción de soya en los trópicos, dependiendo de la ocurrencia y la intensidad de períodos de deficiencia hídrica. Por tanto, la manipulación del ambiente del suelo durante tiempos cortos se considera una medida apropiada dentro del manejo integrado del patógeno, pues ayudaría a reducir los daños por *M. phaseolina*. Sin embargo, la búsqueda y aprovechamiento de genotipos de soya resistentes al hongo debe ser práctica constante, que implementada sistemáticamente, ofrezca mejores resultados a mediano y largo plazo en la reducción de la incidencia y daños por *M. phaseolina*, y el incremento de la rentabilidad de la soya en el trópico de México.

LITERATURA CITADA

1. Abawi, G.S., and Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root Rots of Beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT. Cali, Colombia. 114 p.
2. Manici, L., Caputo, F., and Cerato, C. 1995. Temperature responses of isolates of *Macrophomina phaseolina* from different climate regions of sunflower production in Italy. *Plant Disease* 79:834-838.
3. Mayek-Pérez, N., López-Salinas, E., Cumpián-Gutiérrez, J. y Acosta-Gallegos, J.A. 2004. Reacción de germoplasma de frijol común a *Macrophomina phaseolina* en condiciones de riego-secano en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 15:45-52.
4. Muñoz-Cabañas, R.M., Hernández-Delgado, S. y Mayek-Pérez, N. 2005. Análisis Patogénico y Genético de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en Diferentes Hospedantes. *Revista Mexicana de Fitopatología* 23:11-18.
5. Odvody, G. N. and L. D. Dunkle. 1979. Charcoal rot of sorghum: Effect of environment on host-parasite relations. *Phytopathology* 69:250-254.