

Evaluación de Híbridos de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para Resistencia a Pudrición Carbonosa [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.] en Tamaulipas, México

Héctor Williams-Alanís¹, Víctor Pecina-Quintero², Noé Montes-García¹, Francisco Zavala-García³, Gerardo Arcos-Cavazos⁴ y Alfredo Josué Gámez-Vázquez²,

¹INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Apdo. Postal 172, Río Bravo, Tamaulipas, México CP 88900; ²INIFAP, Campo Experimental Bajío, Apdo. Postal 112, Celaya, Guanajuato, México CP 38010; ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, km 17.5 Carr. Zuazua-Marín, Marín, Nuevo León, México CP 66700; ⁴INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas, km 55 Carr. Tampico-Cd. Mante, Apdo. Postal C-1 Suc. Aeropuerto, Tampico, Tamaulipas, México CP 89339. Correspondencia: hectorwilliamsa@yahoo.com.mx

(Recibido: Agosto 28, 2008 Aceptado: Diciembre 1, 2008)

Williams-Alanís, H., Pecina-Quintero, V., Montes-García, N., Zavala-García, F., Arcos-Cavazos, G. y Gámez-Vázquez, A.J. 2009. Evaluación de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para resistencia a pudrición carbonosa [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.] en Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 27:69-72.

Resumen. La pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (MP), es la principal enfermedad que limita la producción de sorgo en el norte de Tamaulipas, México, cuando se cultiva bajo condiciones de temporal. Las pérdidas en rendimiento son aproximadamente del 30%. El presente trabajo se planteó con el objetivo de evaluar la reacción a MP de híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano en Tamaulipas e identificar progenitores tolerantes. Los híbridos experimentales RB-118 x 435 y RB-27 x 437 mostraron tolerancia a MP y rendimientos de grano que igualan a los testigos comerciales Pioneer-82G63, Pioneer-84G62, RB-Patrón, Asgrow Z-400, RB-3030 y DK-47 y superan a Asgrow Ámbar. Los progenitores que formaron híbridos tolerantes a MP fueron las hembras LRB-118 y R-27 y los machos Tx-435 y Tx-437.

Palabras clave adicionales: Inoculación artificial, selección de híbridos, rendimiento de grano, pudrición carbonosa del tallo, tolerancia.

En Tamaulipas, principal estado productor de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] de México, casi el 90% de la superficie que se siembra con este cereal se cultiva en condiciones de temporal (Williams-Alanís *et al.*, 2006), factor que incide en los bajos rendimientos por unidad de superficie (1.5 a 2.5 ton ha⁻¹). Otro factor que afecta la producción son las enfermedades, entre las que destaca la pudrición carbonosa

Abstract. Charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* (MP) is the most important disease that limits sorghum dryland production in northern Tamaulipas, Mexico. Grain yield losses caused by MP are approximately 30%. The objective of this study was to evaluate the response of experimental and commercial hybrids to MP and identify MP tolerant progenitors. Experimental hybrids RB-118 x 435 and RB-27 x 437 showed MP tolerance and grain field similar to commercial checks Pioneer 82G63, Pioneer 84G62, RB-Patrón, Asgrow Z-400, RB-3030, and DK-47, and greater than Asgrow-Ámbar. Progenitor females that produced tolerant MP hybrids were LRB-118 and R-27, and males Tx-435 and Tx-437.

Additional keywords: Artificial inoculation, hybrid selection, grain yield, charcoal rot, tolerance.

Abbreviated article.

The state of Tamaulipas is the main sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] producer in Mexico; almost 90% of the area grown with this cereal is under rainfed conditions (Williams-Alanís *et al.*, 2006), therefore, grain yield is low (1.5 to 2.5 ton ha⁻¹). Diseases like charcoal rot (ChR) caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., also affect production; ChR incidence is greater when plants are exposed to long drought periods and high temperatures (Clafin and Giorda, 2002), conditions that generally prevail in commercial fields in northern Tamaulipas. The fungus infects roots, disintegrates stem cells, causes premature senescence of leaves and stems which induce lodging with the consequent negative effect on mechanical harvest. Yield and quality are affected up to 30%, but losses may reach 100% (Edmunds, 1964; Montes-García and Díaz-Franco, 2006; Williams-Alanís *et al.*, 1995). The objective of this study was to evaluate the

del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., cuya incidencia es mayor cuando las plantas de sorgo están expuestas a largos períodos de sequía y altas temperaturas (Clafin y Giorda, 2002). Estas condiciones prevalecen normalmente en las siembras comerciales de sorgo en el norte de Tamaulipas. El hongo infecta las raíces, desintegra las células del tallo, causa la senescencia prematura de las hojas y tallos, lo que provoca a su vez el acame del cultivo e impide la cosecha mecánica. Ocurre una reducción del rendimiento y la calidad del grano del 30%, y si el estrés persiste durante el desarrollo, las pérdidas pueden llegar al 100% (Edmunds, 1964; Montes-García y Díaz-Franco, 2006; Williams-Alanis *et al.*, 1995). El objetivo del presente trabajo

behaviour and adaptation of experimental and commercial grain sorghum hybrids inoculated with *M. phaseolina*, in order to select and identify progenitors with tolerance to charcoal rot.

Uniform experiments, one irrigated and another one under rainfed conditions, were established during the fall-winter 2006-2007 in Rio Bravo Tamaulipas, Mexico, at 25° 57' LN; 98° 10' de LW, with semi-warm climate, subhumid, with scarce rainfall during almost all year [(A)Cx], and more than 18% winter rainfall (Silva-Serna and Hess-Martínez, 2001). Each experiment included 33 experimental hybrids from INIFAP (National Institute for Forestry, Agriculture, and Livestock Research), five experimental hybrids from the Faculty of

Cuadro 1. Longitud de lesión causada por *Macrophomina phaseolina* y rendimiento promedio de 20 híbridos experimentales y testigos comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor*), cultivados durante 2006 y 2007 en Río Bravo, Tamaulipas, México.

Table 1. Lesion length caused by *Macrophomina phaseolina* and average yield of 20 experimental hybrids and commercial checks of sorghum (*Sorghum bicolor*), cultivated during 2006 and 2007 in Rio Bravo, Tamaulipas, Mexico.

Híbrido	Longitud de lesión por ambiente (cm)		Longitud de lesión promedio (cm)	Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)
	2006	2007		
RB-118 x 435	10.46	5.30	7.88	3242
RB-27 x 437	12.71	5.22	8.96	3659
RB-106 x 437	12.50	7.21	9.85	2973
RB-104 x 435	13.36	6.35	9.85	2743
RB-5 x 437	12.83	7.0	9.91	3408
RB-5 x 204	14.76	5.7	10.23	3106
RB-64 x 430	15.99	5.72	10.85	3397
RB-118 x 437	16.32	5.75	11.03	3466
RB-64 x 437	17.62	5.45	11.38	3344
RB-106 x 430	16.80	6.01	11.40	3195
RB-64 x 435	13.32	9.60	11.46	3646
RB-Patrón (RB-104 x 430) (T)	19.07	5.30	12.18	3274
46038 x 437	19.17	5.45	12.31	3173
Asgrow Z-400 (T)	17.23	7.53	12.38	3098
RB-116 x 437	18.27	7.10	12.68	3120
RB-104 x 437	20.22	5.35	12.78	3714
RB-118 x 216	19.5	6.50	13.00	2613
RB-27 x 435	20.72	5.65	13.18	3540
RB-118 x 25 CEA	18.67	6.23	13.21	2360
46038 x 435	18.56	7.97	13.27	3380
RB-118 x 435 CEA	21.08	6.23	13.65	2806
Promedio de testigos	20.32	8.01	14.41	3119
RB-3030 (RB-5 x 430) (T)	20.68	9.55	15.11	3322
DK-47 (T)	23.77	5.75	14.76	2973
P 82 G63 (T)	22.40	5.55	15.71	3426
P 84 G62 (T)	24.75	9.05	16.90	3343
A. Ámbar (T)	14.37	13.35	13.86	2401
RB-116 x 25 CEA	34.05	6.25	20.15	2666
Media	21.03	7.24	14.13	3037
DMS (0.05)	13.24	4.53	7.15	715

T = Testigos comerciales.

fue evaluar el comportamiento y adaptación de híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano inoculados con *M. phaseolina*, para su posterior selección e identificación como progenitores asociados a la tolerancia de la enfermedad.

Se establecieron experimentos uniformes durante el ciclo Otoño-Invierno de 2006 y 2007, el primero bajo condiciones de punta de riego y el segundo en temporal, en Río Bravo Tamaulipas, México, localidad ubicada a 25° 57' LN; 98° 10' de LO clima semicálido, subhúmedo, con lluvias escasas todo el año [(A)Cx] y más de un 18% de lluvia invernal (Silva-Serna y Hess-Martínez, 2001). Cada experimento incluyó 33 híbridos experimentales pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), cinco híbridos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) y 11 híbridos de compañías comerciales (Cuadro 1). Los 49 híbridos se aleatorizaron en un diseño de látice simple duplicado 7 x 7 con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de un surco de 5 m de largo y 0.80 m de separación. Se utilizó una densidad de población de 200,000 plantas ha⁻¹. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de sorgo de temporal en el norte de Tamaulipas (Montes-García y Aguirre-Rodríguez, 1992). La inoculación se realizó de acuerdo a la técnica descrita por Edmunds (1964). Los datos de longitud de lesión fueron transformados con Log 10 para homogeneizar las varianzas y normalizar los datos. El análisis se realizó en un diseño experimental de bloques al azar por ambiente y un análisis combinado para los dos. Adicionalmente, se realizó una comparación de medias por contrastes ortogonales (Olivares, 1996), para evaluar diferencias entre grupos de híbridos con un progenitor común (hembra o macho) y una prueba de medias (DMS) para diferenciar genotipos.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los híbridos experimentales y testigos comerciales por ambiente y en promedio de ambientes. Los híbridos experimentales más tolerantes fueron RB-118 x 435 y RB-27 x 437, con una longitud de lesión de 7.88 y 8.96 cm, respectivamente. El primero fue superior a los testigos comerciales P-82G63 (15.71 cm) y P 84G62 (16.90 cm), y el segundo a P 84G62; sin embargo, estos híbridos experimentales no alcanzaron los niveles deseados de tolerancia (< 5.0 cm) (Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Tenkouano *et al.*, 1993). La longitud de lesión, número de entrenudos afectados y el porcentaje de tejido internodal afectado se han utilizado para cuantificar la severidad de la enfermedad (Bramel-Cox *et al.*, 1988), así que existen diferentes escalas para determinar si un genotipo es tolerante (Fredericksen *et al.*, 1976; Patil *et al.*, 1980; Tenkouano *et al.*, 1993). En este estudio se consideró como tolerante a un genotipo cuando presentó tamaños de lesión < 5.0 cm. Con base en el análisis global de la reacción a *M. phaseolina* puede considerarse que existen híbridos experimentales con tolerancia al hongo que superan a híbridos comerciales incluidos (Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Williams-Alanís, 1996).

Agronomy of the Autonomous University of Nuevo Leon (FAUANL), and eleven hybrids from commercial companies (Table 1). The 49 hybrids were randomized in a duplicated lattice simple design 7 x 7 with four replications. Plots were 5 m long and 0.80 m separation. Plant density was 200,000 ha⁻¹. Crop management was performed following the technical recommendations for the area (Montes-García and Aguirre-Rodríguez, 1992), and the inoculation based on the technique by Edmunds (1964). Data on lesion length was transformed with Log 10 in order to homogenize the variance. Mean comparison was done by orthogonal contrasts (Olivares, 1996) to differentiate between hybrid groups with a common progenitor (female or male), and MSD to differentiate between genotypes.

The most tolerant experimental hybrids were RB-118 x 435 and RB-27 x 437, with a lesion length of 7.88 and 8.96 cm, respectively. The former was superior to commercial checks P-82G63 (15.71 cm) and P 84G62 (16.90 cm), and the latter to P 84G62; however, these experimental hybrids did not reach the expected tolerance levels (< 5.0 cm) (Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Tenkouano *et al.*, 1993). Lesion length, number of affected nodes, and the percentage of internodal tissue affected, have been used to quantify disease severity (Bramel-Cox *et al.*, 1988), so, there are different rating scales to measure genotype tolerance (Fredericksen *et al.*, 1976; Patil *et al.*, 1980; Tenkouano *et al.*, 1993). In this study, a genotype was considered tolerant if lesion length was < 5.0 cm. Based on analysis of the global reaction to *M. phaseolina*, it is considered that there are experimental hybrids with greater tolerance to the fungus than commercial ones (Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Williams-Alanís, 1996). In this study, the experimental hybrid RB-116 x 25 CEA showed greater damage by *M. phaseolina*, lesion length was 20.15 cm. The group of hybrids formed with the male progenitor LRB-25 CEA was the most susceptible to the disease (16.5 cm), which agrees with Williams-Alanís *et al.* (2004), who reported that hybrid RB-118 x 25 CEA, formed with the same male progenitor, was susceptible to *M. phaseolina*. Despite that this hybrid was originated with the female line LRB-118, progenitor of the most tolerant hybrid in this study, it showed a larger lesion (13.2 cm) due to the effect of the susceptible male progenitor. The availability of susceptible germplasm to diseases is useful, because it can be used for inoculum increase in the field or in greenhouse, and as a contrasting background in order to carry out studies on inheritance of resistance, and for identification of molecular markers.

End of the abbreviated article.

En este estudio el híbrido experimental RB-116 x 25 CEA presentó los mayores daños por *M. phaseolina* con longitud de lesión 20.15 cm, valor superior al de híbridos comerciales. El grupo de híbridos formados con el progenitor masculino LRB-25 CEA fue el más susceptible a la enfermedad (16.5 cm). Esto coincide con lo reportado por Williams-Alanís *et al.*

(2004), el cual encontró que el híbrido RB-118 x 25 CEA, formado con este mismo progenitor masculino resultó susceptible a *M. phaseolina*. Dicho híbrido, no obstante estar formado con la línea hembra LRB-118, progenitora del híbrido más tolerante de este estudio, presentó una longitud de lesión mayor (13.2 cm) debido a los efectos del progenitor masculino susceptible LRB-25 CEA. Esto concuerda con Rosenow (1984), quien indica que los híbridos tolerantes a *M. phaseolina* se forman con la combinación de ambos progenitores tolerantes, por lo tanto, al utilizar un progenitor susceptible, el híbrido hereda cierto grado de esta susceptibilidad. El disponer de germoplasma susceptible a enfermedades es útil, porque pueden utilizarse para incrementar el inóculo del hongo en campo ó invernadero, y como característica contrastante, para realizar estudios de la herencia de la resistencia e identificación de marcadores moleculares.

Agradecimientos. Se agradece el apoyo financiero proporcionado por la Fundación Produce Tamaulipas, A.C. a través del proyecto No. 2016247A titulado: Obtención de híbridos y/o variedades de sorgo para grano con tolerancia a sequía y enfermedades para el noreste de México. Al Dr. Sebastián Acosta-Núñez, Director del CIR Noreste del INIFAP, por su invaluable apoyo para realizar las actividades de investigación que permitieron obtener los resultados que se describen en el presente manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Bramel-Cox, P.J., Stein, I.S., Rodgers, D.M., and Clafin, L.E. 1988. Inheritance of resistance to *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. and *Fusarium moniliforme* in sorghum. *Crop Science* 28:37-40.
- Clafin, L.E., and Giorda, L.M. 2002. Stalk rots of sorghum. pp. 185-190. In: J.F. Leslie (ed.). *Sorghum and Millet Diseases*. Chapter 33. Iowa State Press. Ames, USA. 504 p.
- Edmunds, L.K. 1964. Combined relation of plant maturity, temperature, and soil moisture to charcoal stalk rot development in grain sorghum. *Phytopathology* 54:514-517.
- Fredericksen, R.A., Rosenow, D.T., Teetes, G.L., and Johnson, J.W. 1976. Disease and insect rating. *Sorghum Newsletter* 19:118-123.
- Montes-García, N. y Aguirre-Rodríguez, J. 1992. Sorgo. pp. 54-63. En: *Manual de Cultivos del Norte de Tamaulipas, Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal*. SARH. Matamoros, Tamaulipas, México. 210 p.
- Montes-García, N. y Díaz-Franco, A. 2006. Fitopatología. pp. 192-213. En: L.A. Rodríguez del Bosque (ed.). *Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos*. Capítulo 12. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Olivares, S.E. 1996. Diseños Experimentales con Aplicación a la Experimentación Agrícola y Pecuaria. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México. 291 p.
- Patil, R.C., Deshmane, N.B., Chaven, A.P., and Bangar, A.R. 1980. Testing of sorghum varieties for reaction to charcoal rot. *Sorghum Newsletter* 23:125.
- Pecina-Quintero, V., Williams-Alanís, H., and Vandemark, G.J. 1999. Diallel analysis of resistance to *Macrophomina phaseolina* in sorghum. *Cereal Research Communications* 27:99-106.
- Rosenow, D.T. 1984. Breeding for resistance to root and stalk rots in Texas. pp. 209-236. In: L.K. Mughogho (ed.). *Sorghum Root and Stalk Rots a Critical Review*. Bellagio, Italy. ICRISAT, Patancheru, A.P. India. 265 p.
- Silva-Serna, M.M. y Hess-Martínez, L. 2001. Caracterización del clima en el norte de Tamaulipas y su relación con la agricultura. *Publicación Técnica No. 1. Campo Experimental Río Bravo*. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 50 p.
- Tenkouano, A., Millar, F.R., Fredericksen, R.A., and Rosenow, D.T. 1993. Genetics of no senescence and charcoal rot resistance in sorghum. *Theoretical and Applied Genetics* 85:644-648.
- Williams-Alanís, H. 1996. RB-4040, nuevo híbrido de sorgo para el noreste de México y tolerante a *Sporisorium reilianum* y *Macrophomina phaseolina*. *Revista Fitotecnia Mexicana* 19:193-194.
- Williams-Alanís, H., Montes-García, N. y Pecina-Quintero, V. 2006. Sorgo. pp. 32-54. En: L.A. Rodríguez del Bosque (ed.). *Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos*. Capítulo 3. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Williams-Alanís, H., Pecina-Quintero, V. y Montes-García, N. 2004. RB-118x25 CEA: híbrido experimental de sorgo para grano con potencial para el noreste de México, en condiciones de riego. *Memorias del XX Congreso de Fitogenética*. Toluca, Edo. de México, México. Resumen, p. 87-88.
- Williams-Alanís, H. Rodríguez-Herrera, R. y Montes-García, N. 1995. 20 años de investigación en sorgo en el Campo Experimental Río Bravo. *Germen* 11:1-35.