

RB-Norteño, sorgo de grano para áreas con sequía*

RB-Norteño, grain sorghum for drought areas

Noé Montes García^{1§}, Héctor Williams Alanis², Gerardo Arcos Cavazos³, Eloy Vargas Valero¹, Víctor Pecina Quintero⁴ y Martín Espinosa Ramírez¹

¹Campo Experimental Río Bravo-INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa, km 60, Río Bravo, Tamaulipas. C. P. 88900. Tel. (899) 9341045. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo, Nuevo León, México. Tel. (81) 13404399. ³Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP. Carretera Tampico-Mante, km 55, estación Cuauhtémoc, Tamaulipas. Tel. 01-836-2760023. ⁴Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5, Celaya, Guanajuato. Tel. (461) 6115323. [§]Autor para correspondencia: montes.noe@inifap.gob.mx.

Resumen

En México, el sorgo se cultiva en 1.95 millones de hectáreas, sobresaliendo el estado de Tamaulipas con 48.1% donde se obtiene una producción de 2.5 millones de toneladas, que equivalen a 42% del total nacional (SIAP, 2013). Sin embargo, esta producción se considera baja debido a la presencia de sequía causada por baja precipitación (400 a 600 mm anuales) en las 614 mil hectáreas sembradas bajo condiciones de temporal. Se estima que durante el ciclo de otoño-invierno, la producción registra constantemente mermas, llegando a obtener rendimientos de grano de 1.34 t ha⁻¹ (SIAP, 2013). Aunado a esta problemática, se tiene la presencia de enfermedades, dentro de las cuales se encuentran la pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, el carbón de la panoja causado por *Sporisorium reilianum* (Khun) Langdon & Fullerton y el ergot causado por *Claviceps africana* Frederikson, Mantle & de Milliano. La primera es la más importante, ocasionando pérdidas de hasta 100% de la producción total cuando durante el periodo de llenado del grano se presentan sequía y altas temperaturas (Edmunds, 1964; Williams *et al.*, 1994; Montes y Díaz, 2006).

Palabras clave: enfermedades, precipitación y rendimiento.

Abstract

In Mexico, sorghum is grown on 1.95 million hectares, worth mentioning that Tamaulipas State has 48.1% where a production of 2.5 million tons, equivalent to 42% of the national total (SIAP, 2013) is obtained. However, this production is considered low due to the presence of drought caused by low rainfall (400-600 mm per year) in the 614 000 hectares under rainfed conditions. It is estimated that during the autumn-winter cycle, production losses recorded constantly, reaching grain yields of 1.34 t ha⁻¹ (SIAP, 2013). Compounding this problem, there is the presence of diseases, among which are the Charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, the head smut caused by *Sporisorium reilianum* (Khun) Langdon & Fullerton and ergot Frederikson caused by *Claviceps africana*, Mantle & de Milliano. The first is the most important, causing losses of up to 100% of the total production time during the grain filling period of drought and high temperatures (Edmunds, 1964; Williams *et al.*, 1994; Montes and Díaz, 2006) are presented.

Keywords: diseases, precipitation and yield.

Another important aspect in the culture is the cost of the seed, which is one of the inputs that more price rises in recent years, because it is imported from abroad for the most part. Both

* Recibido: octubre de 2013
Aceptado: marzo de 2014

Otro aspecto relevante en el cultivo, es el costo de la semilla, el cual es uno de los insumos que más sube de precio en los últimos años debido a que se importa del extranjero en su mayor parte. Tanto este factor como los relacionados a la presencia de enfermedades e híbridos con poca adaptación a las condiciones agroclimáticas de temporal pueden ser revertidos o mejorados si se utilizan genotipos que muestren adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas de Tamaulipas y de otros estados de la república. De esta manera, el INIFAP ha liberado los genotipos RB-3030 (Williams, 1981) y RB-Patrón (Williams *et al.*, 2004a; 2004b), los cuales mostraron características deseables para enfrentar las condiciones de trópico semiárido de Tamaulipas y otras áreas del país.

Sin embargo, el cambio climático y el alza en los costos de producción han originado la necesidad de crear genotipos que incrementen la rentabilidad bajo estas condiciones. De tal forma que durante el 2010 se liberó el híbrido de sorgo RB-Norteño (Montes *et al.*, 2010), el cual presenta características de precocidad y eficiencia en el uso del agua para enfrentar la presencia de sequía y altas temperaturas.

El híbrido RB-Norteño es producto de una cruce simple entre la línea androestéril SBA-22, la cual fue desarrollada a partir de la línea R5A, la cual fue seleccionada y generada por el programa de mejoramiento genético en el Campo Experimental Bajío. Por su parte, la línea restauradora (SBR-31) se obtuvo en la Universidad de Texas A&M en Estados Unidos de América y se originó de la cruce de (RTx2536 x SCO 170-6-5-1-E₂)-10-4-4-1-4-0 (Ronney *et al.*, 2003).

Las primeras cruces para formar el híbrido RB-Norteño fueron en 2005 con la introducción de la línea SBR-31, posteriormente en el periodo de 2006 al 2009 se realizaron las evaluaciones y validaciones del híbrido para su posterior liberación en el 2010. El sorgo RB-Norteño presenta comportamientos muy similares en los ciclos de producción de otoño-invierno y de primavera-verano, tanto en su porte como en su producción de grano. En el Cuadro 1 se presentan algunas características distintivas de este material, donde sobresale su tamaño y tipo de panoja, y su color de grano.

Durante el ciclo de otoño-invierno el RB-Norteño ha proporcionado rendimientos de grano competitivos mostrando incrementos hasta de 50% en relación a híbridos sembrados comercialmente en la zona temporalera. El rendimiento de grano (3 922 kg ha⁻¹) ha sido estadísticamente similar al ofrecido por los híbridos comerciales Pioneer 82G63, RB-3030, Asgrow AZ400 y D-47, y siendo superior a los híbridos

this factor as related to the presence of diseases and hybrids with little adaptation to seasonal growing conditions can be reversed or improved if genotypes showing adaptability to growing conditions of Tamaulipas and other States of the republic are used. Thus, INIFAP has released the genotypes RB-3030 (Williams, 1981) and RB-Patrón (Williams *et al.*, 2004a, 2004b), which showed desirable characteristics to meet the conditions of semi-arid tropics and other areas of Tamaulipas.

However, climate change and rising production costs have resulted in the need to create genotypes that increase profitability under these conditions. So that in 2010 the hybrid sorghum RB-Norteño (Montes *et al.*, 2010), which has traits of precocity and efficiency in water use to address the presence of drought and high temperatures was released.

The hybrid RB-Norteño is from a single cross between the male-sterile line SBA-22, which was developed from the R5A line, which was selected and generated by the breeding program in the Experimental Field El Bajío. Meanwhile, the restorer line (SBR-31) was obtained from the University of Texas A & M in the United States of America and originated from the cross of (RTx2536 x SCO 170-6-5-1-E₂)-10-4-4-1-4-0 (Rooney *et al.*, 2003).

The first hybrid crosses to form the RB-Norteño were in 2005 with the introduction of SBR-31 line, later in the period 2006 to 2009 evaluations and validations hybrid for later release in 2010 were performed. Sorghum RB-Norteño has a very similar behavior in the production cycles of autumn-winter and spring-summer, both in its size and grain production. Some distinctive characteristics of this material, where stands the size and type of panicle, grain and color are presented in Table 1.

During the autumn-winter cycle of the RB-Norteño has provided competitive grain yields showing increases of up to 50% compared to hybrids commercially grown in the temporal area. Grain yield (3 922 kg ha⁻¹) was statistically similar to that offered by commercial hybrid Pioneer 82G63, RB-3030, Asgrow AZ400 and D-47, and being superior to hybrid Asgrow Amber and D-65 (Table 2). Among the agronomic traits presented by this hybrid under rainfed conditions, sticking its precocity and medium size.

In addition, validation plots conducted during the spring-summer cycle 2011 under rainfed conditions in González, Tamaulipas, it was observed that grain yield of RB-Norteño

Asgrow Ambar y D-65 (Cuadro 2). Dentro de las características agronómicas presentadas por este híbrido en condiciones de temporal, sobresale su precocidad y su porte medio.

was among the higher yielding ($3\,271\text{ kg ha}^{-1}$), only exceeded 264 kg ha^{-1} for the hybrid G-Star 7710. The remaining eight hybrids showed yield reductions between 14 and 33%,

Cuadro 1. Características de la planta del RB-Norteño observadas durante el ciclo otoño-invierno en temporal.

Table 1. Plant traits of RB-Norteño observed during the Autumn-Winter cycle temporarily.

Característica	Descriptor
Hoja	
Coloración de la nervadura en la hoja bandera	Pálida
Número de hojas totales	14
Área foliar de la hoja bandera	97 cm^2
Tallo	
Número de entrenudos a madurez	14
Altura de planta	1.35 m
Longitud por arriba de la vaina de hoja bandera	12.8 cm
Panoja	
Longitud de panoja	24.6 cm
Tipo de panoja	Ancha en la base
Densidad de panoja	Media
Floración	58 días
Grano	
Madurez fisiológica	Int-precoc
Número de granos/panoja	1829
Peso de 1 000 granos	24.7 g
Proporción de grano harinoso	70%
Color de grano	Naranja
Color de gluma	Café pálido
Contenido de taninos	Ausente
Vista perfil	Elíptico

Cuadro 2. Rendimiento de grano (kg ha^{-1}) y características agronómicas de híbridos de sorgo evaluados bajo temporal en el norte de Tamaulipas durante el ciclo de otoño-invierno.

Table 2. Grain yield (kg ha^{-1}) and agronomic traits of sorghum hybrids evaluated under rainfed in northern Tamaulipas during the autumn-winter cycle.

Híbrido	Años		Años		2006-2007 DF	2006-2007 AP
	2006 Río Bravo	2007 Río Bravo	2007 Matamoros	$\bar{X}$		
RB-Huasteco	4162 a*	3267 a	5367 a	4266 a	61.5 bc*	93 d
Pioneer 82G63	3433 bc	3419 a	5146 a	3999 ab	64.8 ac	104 ad
RB-Norteño	4046 ab	3272 a	4447 a	3922 ab	58.5 c	112 ad
RB-3030	2896 cd	3750 a	4457 a	3701 ab	61.8 bc	113 ad
Z-400	2794 cd	3403 a	4407 a	3535 ab	64.8 ac	99.2 bd
RB-3006	2788 cd	3686 a	3862 a	3446 ab	65.5 ab	103 ad
Pioneer 84G62	2560 cd	4127 a	3597 a	3428 ab	67.8 ab	97 bd
RB-Patrón	3201 bc	3348 a	3511 a	3353 ab	65.8 ab	111 ad
D-47	2852 cd	3095 a	3841 a	3262 ab	64.5 ac	104 ad
D-65	1414 d	3475 a	3183 a	2691 b	71.0 a	112 ad
A. Ámbar	1587 d	3215 a	3185 a	2663 b	71.5 a	117 ad

DF= días a 50% floración; ALT= altura de planta. *= genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey ($p < 0.05$).

Asimismo, en parcelas de validación realizadas durante el ciclo de primavera-verano 2011 bajo condiciones de temporal en González, Tamaulipas, se observó que el rendimiento de grano del RB-Norteño estuvo entre los más rendidores (3 271 kg ha⁻¹), solamente superado con 264 kg ha⁻¹ por el híbrido G-Star 7710. Los ocho híbridos restantes mostraron rendimientos con reducciones entre 14 y 33%, en relación al RB-Norteño. La característica sobresaliente del RB-Norteño es que fue uno de los más precoces de la evaluación y presentó la mayor longitud de panoja (Cuadro 3).

relative to RB-Northern. The outstanding feature of the RB-Norteño is that it was one of the earliest of the evaluation and had the highest panicle length (Table 3).

The RB-Norteño has plasticity, as during the cycles of autumn-winter 2011 and 2012 under irrigation in northern Tamaulipas and using the system of double-row planting, showed grain yields up to 7 103 kg ha⁻¹, which was higher than 41 of the 49 tested genotypes. The drought tolerant after flowering (post-flowering) genotypes, as is the

Cuadro 3. Rendimiento de grano y características agronómicas de híbridos de sorgo evaluados en temporal en González, Tamaulipas durante el ciclo de primavera-verano 2011.

Table 3. Grain yield and agronomic traits of sorghum hybrids evaluated in rainfed conditions in González, Tamaulipas during the spring-summer cycle 2011.

Genotipo	Días a flor	Altura de planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Exc. (cm)	Rend. (kg ha ⁻¹)
G-Star 7710	58	100	18	12	3 535 a
RB-Norteño	54	122	28	6.5	3271 a
G-Star 7402	56	125	19	17.5	2 814 ab
G-Star 7601	58	96	21	14.5	2 658 ab
Asgrow Ámbar	64	142	26	13	2 610 ab
Anzu 4300	59	104	23	6.0	2 380 bc
Syngenta 5515	58	99	22	12.5	2 304 bc
D-47	59	105	26	4.0	2 237 bc
Pioneer 83G19	59	93	25	9.0	2 225 bc
DKS-40	58	101	23	7.0	2 192 c

Nota: Exc.= excursión, medida de la hoja bandera a la base la panoja; Rend.= rendimiento de grano al 14% de humedad.

El RB-Norteño presenta plasticidad, ya que durante los ciclos de otoño-invierno 2011 y 2012 bajo riego en el norte de Tamaulipas y utilizando el sistema de siembra en doble hilera, ha mostrado rendimientos de grano de hasta de 7 103 kg ha⁻¹, el cual fue superior a 41 genotipos de los 49 evaluados. Los genotipos tolerantes a la sequía después de floración (postfloración), como es el caso del RB-Norteño, son menos susceptibles a la pudrición carbonosa del tallo. Esto se asocia con el tipo de planta no-senescente (Tenkouano *et al.*, 1993); es decir, el RB-Norteño es un genotipo cuyo follaje verde persiste hasta la etapa de llenado de grano y aún después de la madurez fisiológica. La inoculación de plantas en sorgo con palillos infectados por *M. phaseolina*, es una forma útil y consistente en diferentes ambientes, y efectiva en los programas de mejoramiento genético (Bramel-Cox y Clafin, 1989; Smith y Carvil, 1997; Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Mayek-Pérez *et al.*, 2001; 2002; Williams-Alanis *et al.*, 2004c;).

En el caso del RB-Norteño, se ha observado que mediante la técnica de inoculación con el palillo, este presenta una longitud de lesión de 8.96 cm, lo cual lo hace uno de los genotipos

case of RB-Northern are less susceptible to charcoal stalk rot. This is associated with the type of plant non-senescent (Tenkouano *et al.*, 1993.), i.e., RB-Norteño is a genotype whose green foliage persists until the grain filling stage and even after physiological maturity. Inoculation of sorghum plants infected with *M. phaseolina*, is a useful and consistent way in different environments, and effective in breeding programs (Bramel-Cox and Clafin, 1989; Carvil and Smith, 1997; Pecina-Quintero *et al.*, 1999; Mayek-Pérez *et al.*, 2001, 2002; Williams-Alanis *et al.*, 2004c).

For RB-Northern, it has been observed that by inoculation technique stick, this presents a lesion length of 8.96 cm, which makes it one of the most tolerant genotypes this disease, with a greater capacity in relative to other commercial hybrids (lesion 12 to 16.9 cm) to withstand the infection of this disease in critical humidity and high temperatures. The other important disease in sorghum grown in northern Tamaulipas is the head smut. The first reports of the disease occurred in Tamaulipas in the early 60's (Betancourt, 1981) and to date have identified four physiological races of *S. reilianum* (Aguirre *et al.*, 1993; Montes-García and Díaz-Franco, 2006; and Narro *et al.*, 1992.).

más tolerantes a esta enfermedad, con una mayor capacidad en relación a otros híbridos comerciales (lesión de 12 a 16.9 cm) para soportar la infección de esta enfermedad en condiciones críticas de humedad y elevadas temperaturas. La otra enfermedad de importancia en sorgo cultivado en el norte de Tamaulipas es el carbón de la panoja. Los primeros reportes de la enfermedad en Tamaulipas se dieron a principios de los años 60's (Betancourt, 1981) y a la fecha se han identificado cuatro razas fisiológicas de *S. reilianum* (Aguirre *et al.*, 1993; Montes-García y Díaz-Franco, 2006 y Narro *et al.*, 1992).

La selección del RB-Norteño para resistencia o tolerancia a esta enfermedad se realizó en áreas infectadas (Ronney *et al.*, 2002) con un alto grado de inóculo de *S. reilianum*, tal y como lo sugieren Frederiksen y Reyes (1980), conjuntamente con híbridos experimentales y comerciales de sorgo, habiéndose observado que el RB-Norteño presenta 0.6% de infección por este hongo, lo cual lo clasifica como tolerante a esta enfermedad, superando a la mayoría de los híbridos comerciales sembrados en la región (hasta 9% de incidencia).

El RB-Norteño ha mostrado buena adaptación en las áreas de temporal de mediana y alta productividad, así como en el área de riego del norte de Tamaulipas en el ciclo otoño-invierno, mientras que durante el ciclo de primavera-verano ha mostrado adaptación al temporal del norte y sur de Tamaulipas, así como el norte de Veracruz y San Luis Potosí, y la zona del Bajío mexicano. El RB-Norteño se registró en el año 2010 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, otorgándole el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) el registro SOG-190-100910. Asimismo, en el año 2013 se recibió el título de obtentor Núm. 652 por parte de la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

El INIFAP pone las líneas progenitoras SBA-22 (hembra) y SBR-31 (macho) a disposición de los productores, sociedades de producción rural y compañías de semillas, para lo cual deberán dirigirse al Campo Experimental Río Bravo, ubicado en la ciudad de Río Bravo, Tamaulipas. Este híbrido es producto de los trabajos de investigación financiados por el INIFAP y la Fundación Produce Tamaulipas, A. C. a través del proyecto Núm. 2016247A titulado: obtención de híbridos y variedades de sorgo de grano con tolerancia a sequía y enfermedades para el noreste de México.

The selection of RB-Norteño for resistance or tolerance to the disease was performed in infected areas (Rooney *et al.*, 2002) with a high level of inoculum of *S. reilianum*, as suggested by Frederiksen and Reyes (1980), together with experimental and commercial sorghum hybrids, having observed that the RB-Norteño has 0.6% infection by this fungus, which classifies it as tolerant to this disease, outperforming most commercial hybrids planted in the region (up to 9% incidence).

The RB-Norteño has shown good adaptation in rainfed areas of medium and high productivity as well as in the irrigation area of northern Tamaulipas in the autumn-winter cycle, while during the spring-summer cycle has shown adaptation temporal northern and southern Tamaulipas and northern Veracruz and San Luis Potosí, and the Mexican Bajío area. RB-Norteño was recorded in 2010 in the National Catalogue of Plant Varieties, the SOG-190-100910 record. Also, in 2013 the title of breeder No. 652 was received by the Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).

INIFAP puts progenitor SBA-22 (female) and SBR-31 lines (male) available to producers, rural production companies and seed companies, for which they will have to go to the Experimental Field Río Bravo, located in the city of Río Bravo, Tamaulipas. This hybrid is the result of research funded by INIFAP and Produce Tamaulipas Foundation AC No. 2016247A through the project entitled: obtaining hybrids and grain sorghum varieties with tolerance to drought and diseases for northeast Mexico.

End of the English version



Literatura citada

- Aguirre, R. J. L.; Torres, M. J. H.; Williams, A. H. and García, G. M. 1993. Physiological races of sorghum head smut in The North of Tamaulipas, México. In: proceedings of 18th. Biennial Grain. Sorghum Research and Utilization Conference. Lubbock, Texas, USA. 183 p.
- Betancourt, V. A. 1981. Mejoramiento para resistencia al carbón de la panoja *Sphelotoca reiliana* (Kühn) Clint. en *Sorghum bicolor* L. Moench. In: Zummo, N. (Ed.). Proceedings of the short course on sorghum diseases for Latin America. INIA-ICRISAT/CIMMYT-INTSORMIL. El Batán, Estado de México. 133-141:198.
- Bramel-Cox, P. J. and Clafin, L. E. 1989. Selection for resistance to *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium moniliforme* in sorghum. Crop Sci. 29:1468-1472.

- 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.
- Frederiksen, R. A. and Reyes, L. 1980. The head smut program at Texas A & M. *In*: Williams, R. J. Frederiksen, R. A.; Mughogho, L. K. and Bengston, G. D. (Eds.). *Sorghum diseases: a world review*. ICRISAT, Patancheru, A. P., India. 367-372:469.
- Mayek-Pérez, N.; López-Castañeda, C.; González-Chavira, M.; García-Espinosa, R.; Acosta-Gallegos, J.; Martínez-de la Vega, O. and Simpson, J. 2001. Variability of Mexican isolates of *Macrophomina phaseolina* based on pathogenesis and AFLP genotype. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 59:257-264.
- Mayek-Pérez, N.; López-Castañeda, C. y Acosta-Gallegos, J. A. 2002. Reacción de germoplasma de *Phaseolus* sp. a *Macrophomina phaseolina*. *Rev. Fitotec. Mex.* 25:35-42.
- Montes-García, N. y Díaz-Franco, A. 2006. Fitopatología. *In*: Rodríguez del Bosque L. A. (Ed.). *Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas. Historia, logros y retos. Libro técnico Núm. 1*. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, México. 325 p.
- Montes, G. N.; Cisneros, L. M. E.; García, G. M. A.; Castillo, T. H. y Vargas, V. E. 2010. RB Cañero, RB Paloma, RB Huasteco y RB Norteño: nuevos sorgos para la producción de etanol, harinas y alimentos balanceados. *In*: demostración anual "Día del Agricultor 2010", García, *et al.* (Eds). *Publicación especial Núm. 37*. 26 pp.
- Narro, J.; Betancourt, V. A. and Aguirre, J. I. 1992. Sorghum diseases in Mexico. *In*: de Millano, W. A. J. Frederiksen, R. A. and Bengston, G. D. (Eds.). *Sorghum and Millets diseases: a second world review* (ICRISAT), Patancheru, A. P., India. 378 p.
- Pecina-Quintero, V.; Williams-Alanís, H. and Vandemark, G. J. 1999. Diallel analysis of resistance to *Marophomina phaseolina* in sorghum. *Cereal Res. Comm.* 27:99-106.
- Rooney, W. L.; Delroy-Colins, S.; Klein, R. R.; Metha, P. J.; Frederiksen, R. A. and Rodríguez-Herrera, R. 2002. Breeding sorghum for resistance to anthracnose, grain mold, downy mildew and head smuts. *In*: Leslie, J. F. (Ed.). *Sorghum and Millet diseases. Chapter 47*. Iowa State Press. Ames, USA. 504 p.
- Rooney, W. L.; Miller, F. R. and Rooney, L. W. 2003. Registration of RTx437 sorghum parental line. *Crop Sci.* 43:445-446.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Estadísticas de producción agrícola en México. Sorgo de grano. www.siap.mx.
- Smith, G. S. and Carvil, O. N. 1997. Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *Macrophomina phaseolina*. *Plant Dis.* 81:363-368.
- Tenkouano, A.; Millar, F. R.; Frederiksen, R. A. and Rosenow, D. T. 1993. Genetics of no senescence and charcoal rot resistance in sorghum. *Theor. Appl. Genetics* 85:644-648.
- Williams, A. H. 1981. Dos nuevos sorgos híbridos de grano para el norte de Tamaulipas INIARB-3030 e INIARB-3006. Folleto técnico Núm. 2. SARH-INIA. Río Bravo, Tamaulipas. 12 pp.
- Williams-Alanís, H.; Aguirre-Rodríguez, J. I.; Rodríguez-Herrera, R. y Torres-Montalvo, H. T. 1994. Selección de sorgos resistentes al carbón de la panoja y pudrición carbonosa del tallo. *Memorias del XV Congreso de Fitogenética*. Monterrey, México. 494 p.
- Williams, A. H.; Pecina, Q. V.; Zavala, G. F. y Montes, G. N. 2004a. RB Patrón: híbrido de sorgo para grano para el noreste de México. Folleto técnico Núm. 26. 19 p.
- Williams, A. H.; Pecina, Q. V.; Zavala, G. F. y Montes, G. N. 2004b. RB Patrón, nuevo híbrido de sorgo para grano en el noreste de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(3):291-293.
- Williams-Alanís, H.; Zavala-García, F.; Martínez-Hernández, R.; Rangel-Estrada, S. E. y Machuca-Orta, I. 2004c. Reacción a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. de híbridos comerciales y experimentales de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano. *Rev. Fitotec. Mex.* 22:216-222.