

RB-Huasteco, sorgo de grano para áreas de riego y temporal*

RB-Huasteco, grain sorghum for areas under rainfed and irrigated conditions

Noé Montes García^{1§}, Héctor Williams Alanis², Gerardo Arcos Cavazos³, Víctor Pecina Quintero⁴, Manuel de la Garza Caballero¹, Tomás Moreno Gallegos⁵ y Eloy Vargas Valero¹

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. ⁵Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán a el Dorado, km 17.5, Pueblo Costa Rica, 80130 Culiacán, Sinaloa. Tel. (667) 846 1014. [§]Autor para correspondencia: montes.noe@inifap.gob.mx.

Resumen

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] se cultiva en 29 estados de México en 1.95 millones de hectáreas (SIAP, 2013), sobresaliendo el estado de Tamaulipas con 48.1% de esta superficie, seguido por Guanajuato, Sinaloa, Michoacán y Nayarit, con el 13.3, 12.9, 6.2 y 3.2%, respectivamente. En Tamaulipas se obtiene una producción de 2.5 millones de toneladas, las cuales equivalen a 42% del total nacional (SIAP, 2013). Sin embargo, el problema de la sequía causada por baja precipitación e irregular distribución de las lluvias es muy importante, ya que 75% de la superficie sembrada con sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal y lo sembrado en áreas de riego cuenta con escaso suministro de agua. Aunado a esta problemática, se tiene la presencia de enfermedades que atacan al sorgo, 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. Otro aspecto relevante en el cultivo es su baja rentabilidad, ya que los costos de los insumos se han incrementado, siendo la semilla uno de los insumos que más han subido de precio en los últimos años debido a que se importa del extranjero en su mayor parte. Una de las formas de solventar esta problemática es mediante la obtención de plantas más eficientes en el

Abstract

Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] is grown in 29 states in Mexico at 1.95 million hectares (SIAP, 2013), projecting the State of Tamaulipas with 48.1% of the area, followed by Guanajuato, Sinaloa, Michoacán and Nayarit, with 13.3, 12.9, 6.2 and 3.2%, respectively. In Tamaulipas production of 2.5 million tons, which is equivalent to 42% of the national total (SIAP, 2013) is obtained. However, the problem of drought caused by low rainfall and uneven distribution of rainfall is very important because 75% of the area planted to sorghum is grown under rainfed conditions and planted in irrigated areas has limited supply of water. Compounding this problem, there is the presence of diseases that attack sorghum, among which are the Charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, the head smut caused by *Sporisorium reilianum* (Khun) Langdon & Fullerton. Another relevant aspect of the culture is its low cost, because input costs have increased, the seed being one of the most inputs have risen in price in recent years because it is imported from abroad mostly. One way to solve this problem is by obtaining more efficient plants in the use of available soil moisture and essential elements for development, and the reduction in the cost of seed. As part of this strategy, the INIFAP has developed sorghum genotypes

* Recibido: octubre de 2013
Aceptado: marzo de 2014

aprovechamiento de la humedad disponible del suelo y de los elementos esenciales para su desarrollo, además de la reducción en el costo de la semilla. Como parte de ésta estrategia, el INIFAP ha desarrollado genotipos de sorgo que se adaptan a las condiciones agroclimáticas de Tamaulipas, presentando además tolerancia a las enfermedades más comunes. Dentro de estos genotipos se encuentra el RB-Huasteco, material liberado en el 2010, el cual presenta ciertas características para enfrentar los efectos del cambio climático en el campo Tamaulipeco.

Palabras clave: humedad, rendimiento y tolerancia a enfermedades.

El híbrido RB-Huasteco es producto de una cruce simple, donde para formar la semilla de la línea androestéril, se utilizaron las líneas SBA-25 y SBB-25, las cuales fueron seleccionadas de la siguiente forma; la línea B (mantenedora) se obtuvo al cruzar las líneas R-52B, progenitora del híbrido INIA-Guasapar originado en el Campo Experimental Bajío y BTx-623 generada por la Universidad de Texas A & M, EUA. A partir de la generación F₂ se utilizó el método de panoja por surco o pedigree durante seis generaciones. La esterilización de la línea B (formación de la línea A) se inició a partir de la cuarta generación, empleando como fuente ATx-623. Posteriormente en 1986, se efectuó de nuevo selección individual, mediante autofecundación de plantas durante dos generaciones más, donde se purificó y uniformizó la línea. Por su parte, la línea macho 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). Ésta línea fue evaluada con el nombre experimental de 74CS5252 y fue desarrollada para remplazar a la línea RTx2536, la cual presentaba susceptibilidad a las enfermedades del carbón de la panoja y mildiú vellosa.

Las primeras cruces para formar el híbrido RB-Huasteco fueron en 2004 y en el periodo de 2005 a 2009 se realizaron las evaluaciones y validaciones del híbrido para su posterior liberación en el 2010.

El sorgo RB-Huasteco presenta comportamientos muy similares tanto en el ciclo de otoño-invierno como en el de primavera-verano. Este genotipo presenta hojas grandes y voluminosas, siendo el área foliar de la hoja bandera de 181 cm², con 12 entrenudos a la cosecha, con altura de planta normal (1.41 m), excursión media (11.3 cm), panoja grande (29.6 cm), panoja piramidal y densa, de floración intermedia y ciclo a cosecha intermedio-tardío, con 1681 granos en promedio por panoja y peso regular de 1 000 granos (25.7 g), de color de grano naranja y gluma negra (Figura 1).

that are adapted to the growing conditions of Tamaulipas, also presenting tolerance to common diseases. Within these genotypes is the RB-Huasteco, material released in 2010, which presents certain features to address the effects of climate change on the Tamaulipeco area.

Keywords: disease tolerance, moisture and yield.

The hybrid RB-Huasteco is from a single cross, where in order to form the seed of the male-sterile line, the SBA-25 and SBB-25 lines were used, which were selected as follows: the line B (maintainer) was obtained crossing the R-52B lines, progenitor of the INIA-Guasapar hybrid originated in the Bajío Experimental Field and BTx-623 generated by the University of Texas A & M, USA. From the F₂ generation the method panicle per hill for six generations was used. Sterilization of line B (line formation A) started from the fourth generation, using as source ATx-623. Later in 1986 again performing individual selection through self-fecundation of plants for two generations, which was purified and made uniform line. The line SBR-31 was obtained from the University of Texas A & M in the United States of America and originated from crossing (RTx2536 x SCO 170-6-5-1-E₂)-10-4-4-1-4-0 (Ronney *et al.*, 2003). This line was evaluated with experimental name 74CS5252 and was developed to replace the RTx2536 line, which showed susceptibility to diseases of head smut and downy mildew.

The first crosses to form the hybrid RB-Huasteco were in 2004 and in the period from 2005 to 2009 evaluations and validations hybrid for later release in 2010 were performed.

Sorghum RB-Huasteco has very similar behavior in both the autumn-winter cycle as in the spring-summer. This genotype has large, bulky sheets, with the foliar flag leaf area of 181 cm² with 12 internodes at harvest, with normal plant height (1.41 m), average excursion (11.3 cm), large panicle (29.6 cm), pyramidal panicle dense, intermediate flowering cycle and mid-late harvest, with an average of 1681 grains per panicle and regular weight of 1 000 grains (25.7 g), colored orange and black grain husk (Figure 1).

Under irrigated conditions in autumn-winter, the RB-Huasteco has proved to be a competitive genotype (Table 1), such that the average obtained in evaluations conducted during 2006 and 2007 showed that, the RB-Huasteco provided an average to 5 652 kg ha⁻¹, which was higher by 20 to 32% relative to the crops in commercial hybrid region.



Figura 1. Sorgo RB-Huasteco.

Figure 1. Sorghum RB-Huasteco.

Bajo condiciones de riego en el ciclo otoño-invierno, el RB-Huasteco ha mostrado ser un genotipo competitivo (Cuadro 1), de tal forma que el promedio obtenido en evaluaciones realizadas durante los años 2006 y 2007 mostró que el RB-Huasteco proporcionó un promedio de hasta 5 652 kg ha⁻¹, el cual fue superior de 20 a 32% en relación a los híbridos comerciales más sembrados en esta región.

Por otra parte, en validaciones realizadas durante el ciclo de otoño-invierno 2009-2010 en el área de riego del norte de Tamaulipas, el RB-Huasteco ha presentado un rendimiento de grano de 6 t ha⁻¹, sin diferencias significativas con respecto a los mejores híbridos comerciales de sorgo. Asimismo, durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012 en parcelas demostrativas realizadas bajo riego en el norte de Tamaulipas y utilizando el sistema de siembra en doble hilera, el RB-Huasteco mostró un rendimiento de grano de 7 551 kg ha⁻¹.

Durante el ciclo de primavera-verano en el sur de Tamaulipas, el RB-Huasteco ha proporcionado rendimientos de grano competitivos (6 403 kg ha⁻¹) a través de las evaluaciones, mostrando además incrementos en el rendimiento de grano entre 1.8 y 50% (Cuadro 2) en relación a híbridos sembrados comercialmente en la zona. Bajo temporal, el RB-Huasteco presentó características agronómicas de ciclo intermedio, de

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de híbridos de sorgo evaluados bajo riego en el norte de Tamaulipas durante el ciclo otoño-invierno.

Table 1. Grain yield (kg ha⁻¹) of sorghum hybrids evaluated under irrigation in northern Tamaulipas during the autumn-winter cycle.

Híbrido	Año		\bar{X}
	2006 Río Bravo	2007 Empalme	
RB-Huasteco	6420	4885	5652
RB-Patrón	6833	3543	5188
RB-3006	5738	4469	5104
RB-3030	6292	3326	4809
Pioneer 82G63	5574	3515	4545
Pioneer 84G62	5092	3681	4386
D-47	4536	4028	4282
Z-400	5441	2918	4180
RB-4040	5210	3017	4114
DK-65	4325	3725	4025
Asgrow Ámbar	3976	3664	3820
RB-4000	3411	3831	3621

Moreover, in validations performed during the autumn-winter cycle 2009-2010 in the irrigation area of northern Tamaulipas, the RB-Huasteco has not produced a grain yield of 6 t ha⁻¹, with no significant differences from best commercial sorghum hybrids. Also during the autumn-winter 2011-2012 made in demonstration plots under irrigation in northern Tamaulipas and are using the system of planting in a row, the RB-Huasteco showed a grain yield of 7 551 kg ha⁻¹.

During the spring-summer cycle in southern Tamaulipas the RB-Huasteco had competitive grain yields (6 403 kg ha⁻¹) through assessments, also showing increase in grain yield from 1.8 to 50% (Table 2) in relation to hybrids commercially grown in the area. Under rainfed, the RB-Huasteco provided agronomic cycle intermediate, medium size, and average panicle length and moderate excersion, which exceed both earliness plant height and commercial hybrids other features.

Northeastern Mexico in response to commercial losses by *M. phaseolina* tolerant genotypes have been developed (Narro *et al.*, 1992; Alanis Williams *et al.*, 1994, 2004) which have

porte medio, y con una longitud de panoja media y excersión moderada, los cuales superan tanto en precocidad, como en porte de planta a los demás híbridos comerciales.

been assessed under the technique inoculation with infected sticks *M. phaseolina* (Edmunds, 1964; Tuinstra *et al.*, 2002). For RB-Huasteco it was observed having a length of lesion

Cuadro 2. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de genotipos de sorgo evaluados en el sur de Tamaulipas durante el ciclo de primavera-verano bajo condiciones de temporal.

Table 2. Grain yield (kg ha⁻¹) of sorghum genotypes evaluated in southern Tamaulipas during the spring-summer cycle under rainfed conditions.

Híbrido	Año			\bar{X}	DF	AP	LP
	2005	2006	2007				
RB-Huasteco	7721	5093	6396	6403	62	161	28.8
RB-Patrón	6454	4778	7633	6288	63	157	30.3
Asgrow Ámbar	7065	5034	5985	6028	65	163	25.7
D-65	5841	6205	5243	5763	66	157	28.0
RB-4000	6157	4755	6187	5700	64	164	29.7
RB-3006	6321	4660	5418	5467	57	154	28.9
RB-4040	5038	4618	5223	4960	61	139	28.2
RB-3030	5624	4282	4945	4950	58	154	25.8
D-47	5752	3627	5412	4930	59	136	26.1
Pioneer 82G63	5686	3599	5102	4796	59	142	28.9
Pioneer 84G62	3918	4615	4236	4256	59	126	26.6
Asgrow Z-400	5086	3715	3853	4218	59	127	24.5

DF= días a floración; AP= altura de planta (cm); LP= longitud de panoja (cm).

En el noreste de México, como respuesta a las pérdidas comerciales por *M. phaseolina* se han desarrollado genotipos tolerantes (Narro *et al.*, 1992; Williams-Alanís *et al.*, 1994; 2004), los cuales se han evaluado bajo la técnica de inoculación con palillos infectados por *M. phaseolina* (Edmunds, 1964; Tuinstra *et al.*, 2002). En el caso del RB-Huasteco se ha observado que presenta una longitud de lesión de 12.8 cm, lo cual lo hace medianamente tolerante y con mayor capacidad en relación a otros híbridos para soportar esta enfermedad. Asimismo, se ha observado que las líneas y los híbridos de sorgo como el RB-Huasteco formados con el citoplasma A₁ son más tolerantes a *Sporisorium reilianum* (Pecina-Quintero *et al.*, 2004). De tal forma que el RB-Huasteco presenta 1.8% de infección por este hongo, lo cual lo clasifica como medianamente tolerante a esta enfermedad.

El RB-Huasteco ha mostrado buena adaptación en las áreas de riego de mediana y alta productividad de Tamaulipas en el ciclo otoño-invierno. Durante el ciclo de primavera-verano ha mostrado adaptación al temporal del norte y sur de Tamaulipas, así como el área de la Huasteca Potosina. El RB-Huasteco se registró en el año 2010 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, otorgándole el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

of 12.8 cm, which makes it fairly tolerant and larger capacity compared to other hybrids to withstand this disease. Also, it has been observed that lines and sorghum hybrids as RB-Huasteco cytoplasm formed with A₁ are more tolerant to *Sporisorium reilianum* (Pecina-Quintero *et al.*, 2004). So that the RB-Huasteco has 1.8% infection by this fungus, which classifies it as moderately tolerant to this disease.

RB-Huasteco has shown good adaptation in irrigated areas of medium and high productivity of Tamaulipas in the autumn-winter cycle. During the spring-summer cycle has shown adaptation to rainfed in the northern and southern areas of Tamaulipas and the Huasteca area. The RB-Huasteco was recorded in 2010 in the National Catalogue of Varieties, SOG-190-270510 registration based on the varietal descriptors guide the Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).

INIFAP puts the basic lines (SBA-25 and SBR-31) of this genotype available to producers, rural production companies and seed companies in the direction of CERIB in Río Bravo, Tamaulipas. For the production of seed lots should be established under irrigation, as this is where the productive stability is ensured, the best yields in flowering and the coincidence of the parents. We recommend using a

(SNICS) el registro SOG-190-270510, con base en la guía de descriptores varietales de la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

El INIFAP pone las líneas básicas (SBA-25 y SBR-31) de este genotipo a disposición de los productores, sociedades de producción rural y compañías de semillas, en la dirección del CERIB, en la ciudad de Río Bravo, Tamaulipas. Para la producción de semilla, los lotes deben de establecerse en condiciones de riego, ya que es donde se asegura la estabilidad productiva; los mejores rendimientos y la coincidencia en floración de los progenitores. Se recomienda utilizar una densidad de población de 250 mil plantas por hectárea y una relación de surcos macho:hembra de 1:3 ó 6:18. Primeramente se debe sembrar la línea SBA-25 (hembra) y a los cuatro días la línea SBR-31 (macho) para tener la mayor coincidencia en la floración.

Se recomienda estar atentos al desarrollo del cultivo para observar la fenología de la planta con el objetivo de tener la mayor sincronización posible en la floración de ambas líneas. Es importante que el cultivo no esté sujeto a sequía, en especial el progenitor masculino ya que si sufre estrés en cualquier etapa en desarrollo de la planta, la línea se hace más precoz y tiende a no coincidir con la floración de la hembra, además si la sequía ocurre en un periodo cercano a la floración se disminuye la cantidad y calidad del polen producido y la floración se hace más rápida.

Es importante que poco antes de la floración, durante la floración y antes de la cosecha, se realicen operaciones de desmezcle. Este consiste en eliminar todas las plantas fuera de tipo y las fértiles dentro de los surcos de plantas hembra antes de que contaminen la semilla que se está produciendo. También antes de la cosecha se debe eliminar todas las plantas diferentes a la hembra que tengan otro color de grano, otro tipo de panoja, etc.

Literatura citada

- 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.
- 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.
- population density of 250 000 plants per hectare and ratio of male rows: female ratio of 1:3 or 6:18. First, we must sow the SBA-25 line (female) and four days the SBR-31 line (male) to have the greatest coincidence in bloom.
- It is highly recommended to pay attention to the development of culture to observe the phenology of the plant in order to have the greatest possible synchronization of flowering both lines. It is important that the crop is not subject to drought, especially the male parent is stressed because if at any stage of plant development, the line becomes earlier and tends not to coincide with the flowering of the female, also if the drying occurs in a period around flowering quality and quantity of the pollen produced decreases and becomes faster bloom.
- It is important that just before flowering, flowering and prior to harvest, unmixing operations are performed. This is to eliminate all off-types and fertile within rows of female plants before they contaminate the seed being produced. Also before harvest should remove all the different plants having another female grain color, panicle other etc.
- End of the English version*
-
- 
- Pecina-Quintero, V.; Williams-Alanís, H.; Montes-García, N.; Rodríguez-Herrera, R.; Rosales-Robles, E. and Vidal-Martínez, V. A. 2004. Incidence of head smut (*Sporisorium reilianum* (Kühn) langdon and fullerton in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) hybrids with A₁ and A₂ cytoplasm. *Rev. Mex. Fitopatol.* 22:315-319.
- 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.
- Tuinstra, M. R.; Teferra, T. T.; Claflin, L. E.; Henzell, R. G.; Borrell, A.; Seetharama, N.; Ejeta, G.; and Rosenow, D. T. 2002. Breeding for resistance to root and stalk rots in sorghum. *In*: Leslie, J. F. (Ed.). *Sorghum and Millet diseases*. Chapter 33. Iowa State Press. Ames, USA. 281-286:504.
- 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-Alanís, H.; Zavala-García, F.; Martínez-Hernández, R.; Rangel-Estrada, S. E. y Machuca-Orta, I. 2004. Reacción a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. de híbridos comerciales y experimentales de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano. *Rev. Mex. Fitopatol.* 22:216-222.