

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE SORGO EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

EVALUATION OF SORGHUM MATERIALS IN MORELOS STATE, MEXICO

Jaime Canul-Ku^{1*}, Edwin Javier Barrios-Gómez¹,
Cruz Jiménez-Mendoza¹, José Miguel Márquez-Márquez²

¹Campo Experimental Zacatepec del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 0.5 Carretera Zacatepec – Galeana. 62780, Zacatepec, Morelos, México. Teléfono: 01 (734) 34 3 0230 ext. 125. Correo-e: canul.jaime@inifap.gob.mx.

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Carr. México-Texcoco Km 38.5, CP 56230, Chapingo, Estado de México, México. Correo-e: marquez_gro@hotmail.com

*Autor para correspondencia

RESUMEN

El sorgo en el estado de Morelos en México, es una alternativa por su mayor adaptación y menor requerimiento de agua; sin embargo, la mayor superficie se siembra con híbridos de empresas extranjeras. El INIFAP generó materiales con mayor rendimiento, calidad de grano y tolerantes a sequía. El objetivo fue evaluar tres materiales de sorgo en dos localidades del estado de Morelos, México. En 2013, se establecieron en el Campo Experimental Zacatepec del INIFAP y en Mazatepec los materiales denominados RB-Norteño, RB-Huasteco y RB-Paloma en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de

14 m². Se midió altura de planta, longitud de inserción, longitud y peso de panoja y se estimó rendimiento de grano. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias mediante Tukey. Hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades y materiales para altura de planta, longitud de inserción, longitud y peso de panoja; y diferencias significativas para número de panoja y rendimiento, así como interacción significativa Localidad*material en altura de planta y longitud de inserción. El mejor comportamiento de los materiales fue en Zacatepec con 5.5 t ha⁻¹. RB-Norteño y RB-Huasteco superaron el rendimiento promedio del estado de Morelos, México.

Palabras clave: *Sorghum bicolor* L. Moench, rendimiento, panoja, evaluación.

ABSTRACT

Sorghum in Morelos state, Mexico, is a crop alternative for its better adaptation and less water requirement; however, the largest area is sown with hybrids of foreign companies. INIFAP generated materials with higher yield, grain quality and drought tolerant. The objective was to evaluate three materials of sorghum at two locations in Morelos state, Mexico. In 2013, in Zacatepec Experimental Site of INIFAP, and in Mazatepec County, RB-Norteño, RB-Huasteco y RB-Paloma sorghum materials, were sow. An experimental randomized block design with three replications was used. The experimental unit was of 14 m². Plant height, insertion length, panicle length and weight were measured, and grain yield was estimated. Analysis of variance and comparison of means was performed by Tukey. There were highly statistically significant differences between sites and materials for plant height, insertion length, panicle length and weight; and significant differences for panicle number and yield, as well as significant interaction locality*material in plant height and length of insertion. The better performance of the materials was in Zacatepec with 5.5 t ha⁻¹. RB-Norteño y RB-Huasteco materials exceeded the average yield of Morelos state.

Key words: *Sorghum bicolor* L. Moench, yield, panicle, evaluation.

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es una especie de origen tropical relevante en el sector agropecuario de México, debido a su tolerancia a la sequía, su grado de tecnificación y el uso casi exclusivo de semilla híbrida (Cisneros *et al.*, 2007). Montes *et al.* (2012) señalan que el 98% de la superficie sembrada de sorgo se cubre con semilla híbrida producida por empresas extranjeras.

México es el cuarto productor mundial de sorgo, aporta el 10% de la producción global; a pesar de esta situación es el principal importador con un volumen promedio de 1.15 millones de toneladas. En el país la superficie sembrada de sorgo en 2010 fue de 2 102 959 ha, con una producción de 6 365 000 t de grano y 4 391 000 t de forraje verde (Hernández *et al.*, 2011).

En el estado de Morelos, en 2011 se establecieron 41,134 ha de sorgo para grano en 27 municipios, con un rendimiento promedio de 4.38 t ha⁻¹ y el valor de la producción fue de \$ 460 730 800. Mientras que, el sorgo para forraje solamente se cultivó en Zacatepec, Puente de Ixtla, Jantetelco y Amacuzac en 86 ha con una producción de 3 514 ton, rendimiento promedio de 40.86 t ha⁻¹ y valor de la producción de \$2 438 060 (SIAP, 2013).

El mayor rendimiento se obtuvo en el municipio de Yecapixtla con 5 t ha⁻¹ y aquí es donde se cultiva la mayor superficie en el estado con 6 761 ha. En el municipio de Temoac se logró el segundo mayor rendimiento promedio con 4.9 t ha⁻¹ y Tepalcingo fue el segundo municipio con mayor superficie sembrada con 4 550 ha (SIAP, 2013).

El sorgo bajo condiciones de temporal y ante una temporada de precipitación errática representa una excelente opción. Muestra mayor adaptación que el maíz. Se menciona que una planta de sorgo utiliza de 80 a 100 ml menos de agua que una planta de maíz durante el ciclo del cultivo; además, las raíces densas y ramificadas, y la menor velocidad de crecimiento del área foliar, hacen que el sorgo sea más eficiente en el uso del nitrógeno del suelo (Bolaños *et al.*, 2012).

El sorgo en Morelos se aprovecha de diferentes formas, pero principalmente el grano se emplea para la fabricación de alimentos balanceados que se utilizan en la alimentación de cerdos, aves y bovinos.

La importancia del sorgo en la entidad obliga a que cada año se prueben diferentes materiales con la esperanza de que alguna presente buen comportamiento agronómico y produzca altos rendimientos en las condiciones limitantes de suelo y de precipitación errática que predomina en Morelos. También el uso de nuevos híbridos ha aumentado, ya que el potencial de rendimiento es mayor, son plantas uniformes y expresan el vigor híbrido. En este sentido, los híbridos experimentales que resultan sobresalientes en ensayos de rendimiento, son establecidos en lotes demostrativos bajo condiciones de temporal (Moreno, 2012).

Además, una estrategia que puede ayudar a reducir las pérdidas en rendimiento, es la obtención de plantas más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible del suelo y de los elementos nutritivos esenciales para su desarrollo (Williams et al., 2004).

El programa de mejoramiento genético de sorgo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) tiene como objetivo principal liberar variedades e híbridos mejorados adaptados a las áreas de riego y temporal con características de mayor rendimiento, calidad de grano, forraje, mayor tolerancia a la sequía y al daño por pájaros, así como enfermedades como el ergot (*Claviceps africana*).

Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar tres materiales de sorgo en dos localidades del estado de Morelos bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera – verano del 2013 en dos localidades del estado de Morelos: en el Campo Experimental Zacatepec del INIFAP ubicado geográficamente a los 18° 39'16.23" Latitud

Norte, 99°11'54.95" Longitud Oeste y altitud de 918 msnm; y en Mazatepec se localiza a los 18° 43'37" Latitud Norte, 99°21'43" Longitud Oeste y altura de 980 msnm.

En ambas localidades se establecieron los materiales de sorgo RB-Norteño, RB-Huasteco y RB-Paloma, los cuales han sido generadas por el INIFAP.

Se preparó el terreno para la siembra con labores de barbecho, mullido del terreno y surcado a una distancia de 0.6 m entre surcos, esto con la finalidad de facilitar el crecimiento y manejo del cultivo.

En Mazatepec la siembra se realizó el 4 de julio y en Zacatepec el 15 del mismo mes, ya establecida la temporada de lluvias. Dos días después de la siembra se aplicó herbicida a base de Atracina más Terbutina con Glifosato para el control de malezas dentro del cultivo de sorgo. Conforme lo fue requiriendo el cultivo se realizaron deshierbes manuales. La fertilización se realizó quince días después de la siembra con la fórmula 90-35-00 y de forma manual, se suministró todo el fertilizante en una sola aplicación. Se aplicaron aspersiones de insecticida Cipermetrina mas permetrina (Gusanil®) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Los materiales de sorgo se establecieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental constó de cuatro surcos de cinco metros de largo y setenta cm entre surcos, equivalente a 14 m². En la etapa de madurez fisiológica se midieron la altura de planta (m); longitud de inserción (cm), longitud (cm) y peso (g) de panoja cada uno con diez repeticiones. Mientras que, en una superficie de 4.2 m² se contó el número total de panojas y se estimó el rendimiento de grano (t ha⁻¹). La información generada se estudió a través de análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades y materiales de sorgo para las variables altura de planta, longitud de inserción, longitud y peso de panoja; y diferencias significativas para número de panoja y rendimiento, así como interacción significativa Localidad*Material en altura de planta y longitud de inserción (Cuadro 1).

En cuanto a localidades la mejor respuesta de los materiales fue en Zacatepec, en donde hubo mayor

rendimiento (5.5 t ha⁻¹), altura de planta (167 cm), longitud de panoja (26.7 cm) y peso de panoja (40.6 g); mientras que, en Mazatepec se presentó mayor longitud de inserción (18.4 cm) y número de panojas (Cuadro 2).

En la comparación de medias tomando en cuenta los tres materiales, algunas variables fueron superiores en algún material. Por ejemplo, en altura de planta RB-Paloma fue superior al resto de materiales; en la longitud de inserción fue menor en el RB-Huasteco, en longitud de panoja y peso de panoja RB-Paloma y RB-Huasteco fueron superiores.

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza sobre caracteres de rendimiento en tres materiales de sorgo en dos localidades de Morelos.

Variable	Localidad (L)	Material (V)	L*V
Altura de planta (cm)	4301.62**	27514.00**	2712.14**
Longitud de inserción (cm)	695.94**	645.30**	216.86**
Longitud de panoja (cm)	614.01**	495.83**	5.95 ^{NS}
Peso de panoja (g)	6929.58**	3011.28**	320.51 ^{NS}
Número de panoja	3389.38*	7811.72**	8.38 ^{NS}
Rendimiento (t)	6575098.37*	5565012.93*	1276220.95 ^{NS}

^{NS}: diferencia no significativa; *: diferencia significativa $P \leq 0.05$; **: diferencia altamente significativa $P \leq 0.01$

Cuadro 2. Comparación de medias en caracteres de rendimiento en tres materiales de sorgo evaluados en dos localidades de Morelos, México.

Variables	Localidad Zacatepec	Mazatepec
Altura de planta (cm)	167.75 a*	157.89 b
Longitud de inserción (cm)	14.48 b	18.43 a
Longitud de panoja (cm)	26.76 a	22.92 b
Peso de panoja (g)	40.68 a	27.86 b
Numero de panoja	73.00 b	100.44 a
Rendimiento (t)	5.54 a	4.33 b

En las columnas, letras diferentes indican diferencia estadística (Tukey < 0.05).

En número de panojas sobresalió el genotipo RB-Norteño. Mientras que, RB-Norteño y RB-Huasteco presentaron mayor rendimiento y fueron muy superiores a RB-Paloma (Cuadro 3). Es importante señalar, que a pesar del bajo rendimiento de RB-Paloma, comparando con RB-Patrón fue superior, ya que su rendimiento promedio de cinco años en condiciones de temporal ciclo otoño – invierno fue de 2.530 t ha⁻¹ (Williams *et al.*, 2004).

Por otra parte, en condiciones de riego durante los ciclos de cultivo, otoño invierno 2010-2011 y 2011-2012, en Culiacán, estado de Sinaloa el híbrido experimental SHS-23 x 43 y el híbrido

comercial G STAR 7304 mostraron los mayores rendimientos, con 7.109 y 6.813 t ha⁻¹, respectivamente (Hernández y Moreno, 2014).

La longitud de panoja obtenida en RB-Paloma y RB-Huasteco (Cuadro 3) es comparable con aquellos mostrados por híbridos experimentales y comerciales en Culiacán, estado de Sinaloa (Hernández y Moreno, 2014).

La altura de planta de RB-Paloma no reflejó cambio alguno al establecerlo en las dos localidades, es decir, se considera un

material estable en cuanto al porte de la planta. En cambio, RB-Norteño creció más en Zacatepec y RB-Huasteco ligeramente incrementó su altura (Figura 1). Bolaños et al. (2012) compararon seis variedades de sorgo y en promedio la altura de planta fue de 1.42 m, pero el intervalo osciló entre 0.83 y 2.02 m.

En cuanto a la longitud de inserción de la panoja en el material RB-Norteño tuvo similar tamaño en ambas localidades; sin embargo, RB-Huasteco y RB-Paloma mostraron menor longitud en Zacatepec (Figura 2).

Cuadro 3. Comparación de medias de caracteres de rendimiento en tres materiales de sorgo en Morelos.

Variables	Materiales	RB-Paloma	RB-Norteño	RB-Huasteco
Altura de planta (cm)		187.36 a*	153.52 b	147.37 b
Longitud de inserción (cm)		18.10 a	18.57 a	12.50 b
Longitud de panoja (cm)		26.00 a	21.59 b	27.11 a
Peso de panoja (g)		39.49 a	26.13 b	37.56 a
Número de panoja		53.33 b	125.00 a	81.83 b
Rendimiento (t)		3.83 b	5.58 a	5.40 a

*En las columnas, letras diferentes indican diferencia estadística (Tukey < 0.05).

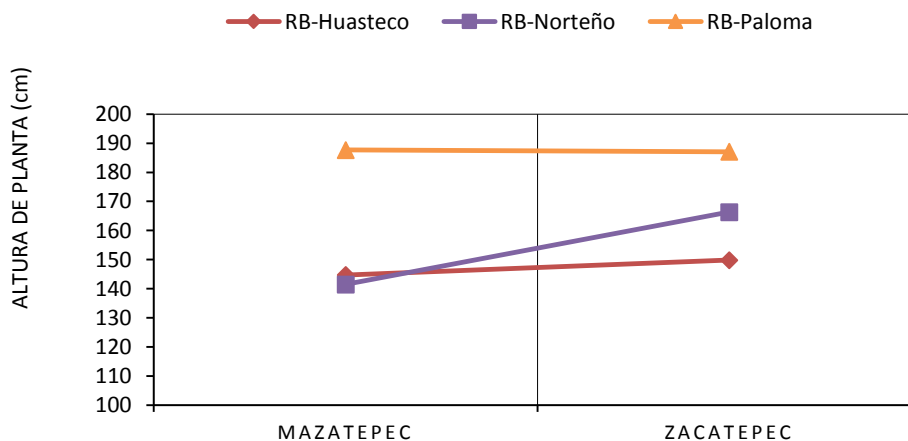


Figura 1. Comportamiento en altura de planta de tres materiales de sorgo en dos localidades de Morelos, México.

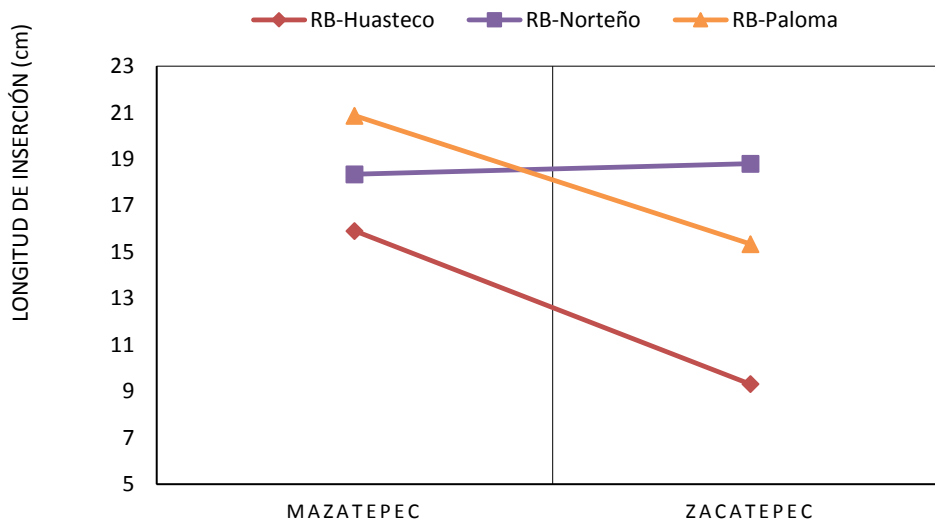


Figura 2. Longitud de inserción de panoja en tres materiales de sorgo en dos localidades de Morelos, México.

El mejor comportamiento y rendimiento de los materiales en Zacatepec comparado con Mazatepec se debe al tipo de suelo y a la errática distribución de la precipitación. En Zacatepec, la textura del suelo es arcillosa; mientras que, en la otra localidad es arenosa (Ornelas *et al.*, 1997), por lo que retiene menor humedad y ésta se pierde más rápido.

Finalmente, el uso de híbridos puede ser cambiado al uso de variedades, ya que se reduciría los costos de producción y el productor puede continuar seleccionando su propia semilla.

CONCLUSIONES

La respuesta de los materiales de sorgo en condiciones de temporal fue diferente en ambas localidades, el mejor comportamiento y desarrollo de los materiales fue en Zacatepec.

Dos materiales, RB-Norteño y RB-Huasteco, superaron el rendimiento

promedio de la entidad y es factible su cultivo en las condiciones ambientales del estado de Morelos.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un agradecimiento al Dr. Noe Montes García y sus colaboradores por el apoyo recibido, específicamente por el material genético aportado.

LITERATURA CITADA

- Bolaños, A. E.; E. J. Claude y G. Audebert. 2012. Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nevadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(3): 441-449.
- Cisneros, L. E.; O. L. Mendoza; A. G. Mora; T. L. Córdova y M. M. Livera. 2007. Híbridos y progenitores tolerantes al frío: calidad de la semilla y su influencia en el establecimiento de plántulas. *Agrociencia* 41: 45-55.

- Hernández, E. L. A.; G. T. Moreno; J. J. E. Reyes; M. A. Loaiza. 2011. Perla-101: nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 779-784.
- Hernández, E. L. A. y G. T. Moreno. 2014. Análisis de las generaciones F₁ y F₂ híbridos experimentales y comerciales de Sorgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 49-59.
- Montes, G. N.; A. H. Williams; G. T. Moreno; M. E. Cisneros L. y Q. V. Pecina. 2012. Rb-paloma variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. *Rev. Fitotec. Mex.* 35(2): 185-187.
- Moreno, G. T. 2012. Formación de variedades e híbridos de sorgo para riego y temporal. *Fundación Produce Sinaloa*. 22 pp.
- Ornelas, R. F.; C. R. Ambriz; y O. J. Bustamante. 1997. Delimitación y definición de agrohábittats en el estado de Morelos. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Zacatepec, Morelos, México. Publicación especial Núm.11. Zacatepec, Morelos, México. 19 pp.*
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS User's Guide. Release 8.1. (Eds.). SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Producción Anual. Cierre de la producción agrícola por cultivo. [En línea]. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15. Revisado el 4 de abril de 2014.
- Williams, A. H.; Q. V. Pecina; G. F. Zavala y G. N. Montes. 2004. RB-Patrón, nuevo híbrido de sorgo para grano en el noreste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27: 291-293.