

Comportamiento de líneas R de sorgo (*Sorghum bicolor* L, Moench, *poaceae*) en híbridos con potencial para alimentación de monogástricos

Behavior of sorghum R lines (*Sorghum bicolor* L, Moench, *poaceae*) in hybrids with monogastric feeding potential

JIMÉNEZ-CORDERO, Ángel Andrés^{1*†}, MORENO-LLAMAS, Gabriel¹, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia¹ y PADILLA-GARCÍA, José Miguel²

¹Cuerpo Académico Sistemas Pecuarios de Producción CA715

²Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara. Nextipac, Zapopan, Jal.

ID 1^{er} Autor: Ángel Andrés, Jiménez-Cordero

ID 1^{er} Coautor: Gabriel, Moreno-Llamas

ID 2^{do} Coautor: Cecilia, Jiménez-Plascencia

ID 3^{er} Coautor: José Miguel, Padilla-García

Recibido 10 de Marzo, 2018; Aceptado 30 de Junio, 2018

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron obtener progenitores R de sorgo para restauración de la fertilidad masculina, y formación de híbridos de utilidad para alimentación animal. En 2010 se hicieron cruzamientos entre seis líneas de Texas A&M y dos selecciones de variedades de ICRISAT. En el periodo 2011-2017, a partir de las poblaciones F₁ se seleccionaron familias y líneas de F₂ a F₇, se formaron 24 híbridos de sorgo con los primeros machos resultantes y se evaluaron en el verano 2017. Se identificaron seis híbridos experimentales con más producción de grano que el mejor testigo. El genotipo RG311 aportó la mayor parte de las líneas R superiores. Junto con el genotipo RG312 de ICRISAT, con los que formaron las F₁, poseen excelente calidad de grano, sin taninos, con textura intermedia y tolerantes a hongos del grano, características propias para alimentación animal. El rendimiento de los mejores híbridos estuvo relacionado con una mayor altura de planta, peso de 100 granos, ciclo más largo y mayor área foliar.

Heterosis, Progenitores Masculinos

Abstract

The aim of this research was to develop new superior sorghum R lines and to make grain hybrids suitable for swine and poultry feeding. In 2010 six Texas A&M lines were crossed with two selections of varieties from ICRISAT. Genotypes from ICRISAT possess low tannin content, medium texture and grain mold tolerance. In the period 2011 to 2017 we selected F₁ populations to F₇ lines. In the summer 2016, 24 hybrids were made crossing two US female lines with the first 23 new developed R lines. Results show six experimental hybrids outyielded four commercial checks. Yield of the best hybrids was related with higher plant height, higher 100 grain weight y larger leaf area. More evaluations will confirm the usefulness of the lines and hybrids obtained, and its quality for feeding.

Heterosis, Male Parents

Citacion: JIMÉNEZ-CORDERO, Ángel Andrés, MORENO-LLAMAS, Gabriel, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia y PADILLA-GARCÍA, José Miguel. Comportamiento de líneas R de sorgo (*Sorghum bicolor* L, Moench, *poaceae*) en híbridos con potencial para alimentación de monogástricos. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2018, 5-15: 25-31.

*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: ajc_swlabr@hotmail.com.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El sorgo es el segundo cultivo con más superficie sembrada en México; ocupa el cuarto lugar mundial en producción de este grano, con el 11% (http://archive.gramene.org/species/sorghum/sorghum_maps_and_stats.html, consultado abril 2017). La capacidad del cultivo para producir cosecha en condiciones adversas, con menos humedad que la mayoría de otros cultivos de grano, hace del sorgo una importante fuente de alimento pecuario, comida, fibra y combustible en el agroecosistema global (<http://genome.jgi-psf.org/Sorbi1/Sorbi1.home.html>, consultado abril 2017). En el período 2005-2015 se sembraron en México en promedio 1'700,000 hectáreas anuales, la producción promedio fue de 6'300,000 ton y el rendimiento promedio fue de 3.9 ton ha⁻¹. Este grano es un producto de consumo directo en la actividad pecuaria.

La demanda del sorgo en dicha actividad es de 8'000,000 toneladas anuales. En 2015 la importación fue mínima, porque la producción nacional cubrió la demanda. El sorgo se destina a la producción de carne de aves, huevo, carne de cerdo y en alimentos balanceados (Asociación Nacional Fabricantes Alimentos para Consumo Animal, 2015). El mercado de semilla de este cultivo asciende a 29,000 toneladas anuales. En México existen pocas empresas nacionales que se dediquen a la formación y producción de híbridos para las zonas sorgueras del país. Las compañías nacionales que recurren a genealogías públicas en Estados Unidos obtienen utilidades reducidas por este concepto.

Una opción para disminuir el costo actual es disponer de progenitores propios para evitar o minimizar el pago de regalías. Para obtener semilla híbrida en forma comercial, se requiere de una línea A androestéril con genotipo rf rf, msc, que se usa como hembra, y una línea restauradora de la fertilidad R con genotipo Rf Rf, Msc, que se usa como macho (Stephens *et al.*, 1952; Stephens y Holland, 1954; Pohlman, 1965; Quinby y Schertz, 1970). Estos genes conforman el sistema de androesterilidad génico citoplásmico, en que se basada toda la industria de semilla híbrida de sorgo a nivel mundial. El presente trabajo está orientado a obtener progenitores machos destinados a las pequeñas y medianas empresas mexicanas de semillas.

Los progenitores masculinos o líneas R deben aportar buenos caracteres agronómicos como tamaño de planta, buena excersión, ciclo intermedio o intermedio tardío, que formen híbridos con alta producción de grano, con tolerancia a las principales enfermedades, que sean producibles, y cuya cosecha tenga la mejor calidad para alimentación animal. La obtención de híbridos por instituciones nacionales y producidos por empresas de semillas mexicanas permitiría reducir el costo de la simiente para los agricultores de menores recursos.

La aptitud combinatoria general (ACG) se define como el promedio de una línea en combinaciones híbridas y la aptitud combinatoria específica (ACE) como la desviación de una cruce respecto al comportamiento promedio de los padres (Sprague y Tatum, 1942). Estos conceptos permiten seleccionar los progenitores con mejores caracteres (Kenga *et al.*, 2004; Solanki *et al.*, 2007).

Los machos androfértiles deben ser genéticamente diferentes a las hembras para explotar la heterosis, que proviene del cruzamiento entre progenitores con frecuencias alélicas diferentes. La selección genealógica permite conseguir líneas superiores. Las líneas R así obtenidas, deben cruzarse con líneas A probadoras de la aptitud combinatoria (Quinby y Schertz, 1970). La información obtenida permitirá conocer cuáles líneas R tienen mejor posibilidad de ser utilizadas en combinaciones híbridas de utilidad comercial.

Materiales y métodos

Metodología para la obtención de líneas R.

Se utilizó el método genealógico. Los tipos varietales del material empleado se anotan en la Tabla 1. Las poblaciones F₁ para seleccionar segregantes F₂ se formaron en el ciclo primavera/verano de 2010. Se incluyeron cinco líneas de la Universidad Texas A&M, por presentar tolerancia a enfermedades de tallo y hojas, además de buena capacidad de combinación con hembras androestériles. El germoplasma de ICRISAT se eligió por tener buena adaptación al trópico de México, buen rendimiento de grano, excelente calidad de hojas, tolerancia a ergot, baja senescencia, junto con muy buena calidad de grano.

Se emascularon cinco plantas del material estadounidense que fueron polinizadas con las dos selecciones del germoplasma de ICRISAT. Los progenitores y sus respectivos cruzamientos se indican en la Tabla 2.

Línea	Genealogía
R302	77CS1x(RTx2536x SC170-6)
R304	Tx001
R305	RTx430x[{(RY8 x Tx2536)x (SC110-9xSC599-6)}xSC175-9]x Tx2766
R308	Tx2900
R2989	Tx2989
RUG311	Zerazera
RUG312	Zerazera

Tabla 1 Líneas R utilizadas en la formación de poblaciones. CUCBA 2010 P/V

Genealogía Hembra (Emasculación)	Genealogía Macho (Polinizadores)
R302	RUG312
R304	RUG311
R305	RUG311
R305	RUG312
R308	RUG311

Tabla 2 Cruzamientos para formar poblaciones de sorgo restauradoras de la fertilidad. CUCBA 2010 P/V

El proceso completo de obtención de las nuevas líneas R se indica en la Tabla 3, que inició en 2010; en 2016 se obtuvieron líneas con un buen nivel de homocigosis, para cruzar con dos hembras androestériles A101 y A102. Los híbridos se evaluaron en 2017 y continuó el proceso de selección de las mejores familias. Las líneas obtenidas contienen material genético para buen tipo agronómico, buena calidad de grano, tolerancia a enfermedades de tallo y hoja y buena capacidad de producción.

Año	Generación	Resultado
2010	P1	Obtención de semilla F ₁ .
2011	F1	38 plantas F ₁ de seis cruzamientos diferentes.
2012	F2	330 selecciones individuales F ₂ (~11%).
2013	F3	Formación de familias de cada panoja F ₂ seleccionada. Se conservaron 595 plantas del total de 13,200 (~5%).
2014	F4	Aumento de homocigosis. Se conservaron 616 de 20,825 plantas (~3%). Se conservaron 369 selecciones al desgrane.
2015	F5	Aumento de homocigosis. Se conservaron 92 familias.
2016	F6	Aumento de homocigosis. Se conservaron 72 líneas. Se formaron 24 híbridos.
2017	F7	Aumento de homocigosis. Se conservaron 70 líneas.

Tabla 3 Proceso de formación de líneas restauradoras de la fertilidad de sorgo. CUCBA 2010-2017

La genealogía y la codificación de las líneas obtenidas se muestra en la Tabla 4.

Poblaciones F ₂				
L í n e a s	R305x RG311	R308x RG311	R305x RG312	R302x RG312
	RXC01	RXC08	RXC16	RXC06
	RXC02	RXC09		
	RXC03	RXC10		
	RXC04	RXC11		
	RXC05	RXC12		
		RXC13		
		RXC14		
		RXC15		
		RXC17		
		RXC18		
		RXC19		
		RXC20		
		RXC21		
		RXC22		
		RXC22		
		RXC24		

Tabla 4 Líneas derivadas de las poblaciones F₂. CUCBA 2016 P/V

Desarrollo del experimental

Los híbridos experimentales se formaron en el CUCBA en el verano de 2016 con líneas R en F₅ y F₆ obtenidas por el Programa de Mejoramiento de Sorgo de este Centro Universitario, que mostraron suficiente uniformidad fenotípica, y dos hembras androestériles de Estados Unidos como probadoras (Tabla 7 del apéndice). En el Campo Experimental del CUCBA, el 27 de junio del 2017 se sembraron en condiciones de temporal 24 híbridos experimentales y cuatro testigos comerciales, en parcelas de 3.2 m².

El cultivo se manejó como siembra comercial; la fertilización fue 180-80-80 y densidad de 370,000 plantas ha⁻¹. Se aplicó herbicida preemergente atrazina 3 L ha⁻¹, para control de hierbas de hoja ancha. Se hicieron dos aplicaciones de insecticida cipermetrina 400 mL ha⁻¹ para controlar la presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Los datos agronómicos se registraron a partir de la floración. La cosecha se realizó en diciembre de 2017. La información obtenida de los experimentos se analizó de acuerdo con el diseño bloques completos al azar, con tres repeticiones.

Resultados y Discusión

La Tabla 5 muestra la significancia estadística que se encontró al analizar todas las variables, excepto en longitud de pedúnculo y tamaño de panoja. La Tabla 7 del apéndice contiene el resultado completo de la evaluación de siete variables en 28 híbridos, con su agrupamiento estadístico.

F. V. Cuadrado Medio				
	REND	P100G	ALT	LPED
Híbr.	14.09*	0.325*	1161.8*	23.0n
Repet.	4.27n	0.083n	22641.9*	98.6*
Error	2.34	0.06	73.9	14.6
F. V. Cuadrado Medio				
	TPAN	DF	AFHB-1	
Híbr.	4.81n	37.96*	15335.12*	
Repet.	11.9n	8.58 *	1558.30n	
Error	8.38	1.756	2555.47	

REND=Rendimiento; P100G=Peso 100 granos; ALT=Altura planta; LPED=Longitud pedúnculo; TPAN=Tamaño panoja; DF=Días a flor; AFHB-1=Área foliar hoja inferior a bandera.

Tabla 5 Cuadrados medios de siete variables de 24 híbridos experimentales de sorgo. CUCBA 2017 P/V

En la Tabla 6 se anotan los híbridos experimentales sobresalientes en comparación con el mejor testigo. Los seis híbridos experimentales con producción entre 9.9 y 12.1 ton ha⁻¹, que superaron a los testigos, pertenecen a las poblaciones R305xRG311, R308xRG311 y R302xRG312. Cinco de estos materiales experimentales tienen en su genotipo a RG311, línea con alto potencial de rendimiento y buena calidad de grano, mientras RG312, de rendimiento menor presenta tolerancia al hongo *Claviceps africana* o ergot y a al complejo de hongos del grano.

Los experimentales mostraron una mayor altura de planta (15.3 a 31.9 cm más altos) que el mejor testigo Genex 506 (145.6 cm), excepto el híbrido A101xRXC12 (136.7 cm). El tamaño de la planta manifestó una asociación definida con el rendimiento de grano. La regresión entre estas dos variables arrojó $R^2=0.4250$ (Gráfica 1). El tamaño promedio de los testigos fue de 162 cm, los mejores experimentales promediaron 166.8 cm.

Ent	Genea-Logía	Rend T/Ha	P100g G	Alt Cm	Lped Cm
5	A101 x RXC05	12.5a	2.9b	160.9bc	8.9
12	A101 x RXC12	11.1a	2.8b	136.7d	15.2
3	A101 x RXC03	11.0a	3.1a	163.1b	19.9
6	A101 x RXC06	10.4a	2.9b	171.3ab	13.0
8	A101 x RXC08	10.2a	2.6b	161.5b	17.0
26	Genex 506	10.0a	2.4c	145.6cd	16.8
4	A101 x RXC04	9.9ab	2.5c	177.5a	15.5
	Tukey 0.05	2.80	0.48	15.70	n.s.
	X exp.	7.86	2.43	140.71	15.10
ENT	Genea-Logía	TPAN cm	DF	AF cm ²	
5	A101 x RXC05	24.1	80.7b	296.8b	
12	A101 x RXC12	24.1	78.3c	361.2a	
3	A101 x RXC03	23.8	84.7a	410.1a	
6	A101 x RXC06	25.8	77.3d	424.9a	
8	A101 x RXC08	23.3	81.7b	313.6b	
26	Genex 506	23.0	77.0d	196.9c	
4	A101 x RXC04	24.5	81.0b	312.8b	
	Tukey 0.05	n.s.	2.42	92.34	
	X exp.	24.0	75.54	266.30	

Tabla 6 Rendimiento y características agronómicas de seis híbridos de sorgo sobresalientes. CUCBA 2017 P/V

El comportamiento de este grupo de materiales coincide con la evidencia de otras investigaciones, donde se señala influencia del tamaño de planta en la productividad de grano (Pohelman, 1965). La mayor parte de los sorgos con altura inferior a 160 cm hicieron la menor cantidad de grano. Híbridos entre 150 y 170 cm de estatura en los ambientes centro occidente de México, tienen un tamaño adecuado para siembras comerciales porque es posible cosecharlos sin dificultad.

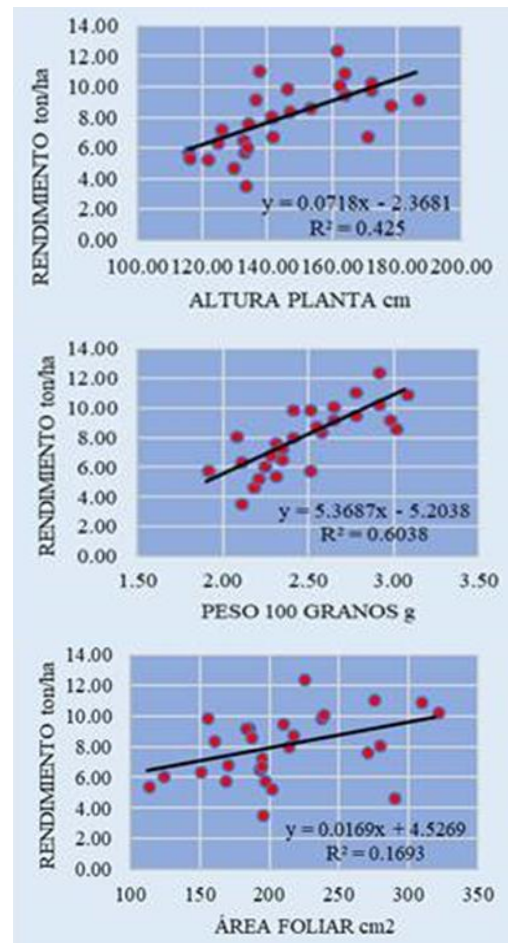
El peso de 100 granos varió en los experimentales más rendidores entre 2.4 y 3.1 gramos, y superaron a los testigos excepto a Caloro Tigre (3.0g). Esta característica resultó determinante para la alta productividad, ya que en el análisis de regresión mostró $R^2=0.6038$ (Gráfica 1). Valores inferiores a 2.5 g 100 granos⁻¹ mantuvieron su productividad por debajo del mejor testigo. Tsüsüz (1997) indicó que la heterosis en sorgo puede manifestarse en granos más pesados; Peña Ramos y colaboradores (2002) encontraron que seleccionar por peso de grano puede aportar a la capacidad productiva de los híbridos.

El tamaño de la panoja no se relacionó con la productividad del grano. La regresión entre ambos indicó una baja $R^2=0.0309$. No hubo significancia estadística para este carácter en el análisis de varianza, porque el tamaño de panoja fue similar en los materiales evaluados. El rango varió de 21.0 a 25.1 cm, la media fue de 24 cm. Investigaciones de Williams-Alanís y Arcos-Cavazos (2015) indicaron que el tamaño de panoja de 28 cm tuvo alguna relación con la productividad de los híbridos formados en Tamaulipas, aunque para los materiales en el presente trabajo ese hecho no ocurrió.

La madurez de los híbridos no influyó con claridad en la productividad de grano. Los materiales experimentales con mayor rendimiento llegaron a floración en promedio en 80.6 días, superior a la media de los testigos de 73 días. El coeficiente de determinación de estas dos variables fue $R^2=0.1259$. Estudios en Tamaulipas (Williams-Alanís y Arcos-Cavazos, 2015) mostraron que su híbrido experimental sobresaliente fue más precoz que los testigos, pero en la investigación que aquí se informa no fue el caso. En sorgo, la heterosis puede manifestarse mediante una floración más precoz (Tüsüz, 1997); es posible que la naturaleza tropical de las líneas RG311 y RG312 provoquen la respuesta tardía encontrada en las líneas R del CUCBA.

Se midió el área foliar de la hoja inferior a la hoja bandera como estimador del tamaño del dosel foliar. La dimensión del tejido fotosintético tuvo influencia en la capacidad de los híbridos para formar el grano. Tres de los seis mejores híbridos experimentales tuvieron la mayor área foliar (361 a 429 cm^2), superior al rango de los testigos (196 a 278 cm^2).

El coeficiente de determinación $R^2=0.1693$ (Gráfica 1) indica que existe un cierto grado de asociación entre el área foliar y el rendimiento de grano. Como la heterosis puede manifestarse mediante un mayor número de hojas, porte y amacollamiento y mayor producción de grano (Tüsüz, 1997), los híbridos con fenotipos como los que se señalan tendrán más tejido fotosintético, que podrá contribuir a una mayor producción de grano.



Gráfica 1 Regresión entre rendimiento de grano, peso de 100 granos, altura de planta y área foliar

Conclusiones

Se identificaron seis híbridos experimentales con más producción de grano que el mejor testigo.

El genotipo de RG311 aportó la mayor parte de las líneas R superiores.

El rendimiento de los mejores híbridos estuvo relacionado con una mayor altura de planta, mayor peso de 100 granos y mayor área foliar.

Más evaluaciones son necesarias para confirmar estos resultados.

Referencias

Allard, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega, Barcelona; pp. 128-177.

Asociación nacional de fabricantes de alimentos para consumo animal, SC. 2015. Memoria Económica. México. 70 p.

JIMÉNEZ-CORDERO, Ángel Andrés, MORENO-LLAMAS, Gabriel, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia y PADILLA-GARCÍA, José Miguel. Comportamiento de líneas R de sorgo (*Sorghum bicolor* L., Moench, *poaceae*) en híbridos con potencial para alimentación de monogástricos. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2018.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold Publishing Corp. Davis, CA; pp. 147-173.

Estrada G., A., y H. H. Ángeles A. 1975. Estimación de la aptitud combinatoria de líneas A y R de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Agrociencia 21: 77-90.

Kenga, R., S. O. Alabi, and S. C. Gupta. 2004. Combining ability studies in tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Field Crops Res. 88: 251-260.

León-Velasco, H., L. E. Mendoza Onofre, F. Castillo González, T. Cervantes Santana, y Ángel Martínez-Garza. 2009. Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. I. Variabilidad genética y adaptabilidad. Agrociencia 43(5): 483-496.

León-Velasco, H., Leopoldo E. Mendoza Onofre, F. Castillo González, T. Cervantes Santana, Á. Martínez-Garza. 2009. Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. II: aptitud combinatoria, heterosis y heterobeltiosis. Agrociencia 43: 609-623.

Mendoza O., L. E. 1988. Formación de híbridos de sorgo para grano. II. Comportamiento *per se* de las líneas y su aptitud combinatoria general. Rev. Fitotec. Mex. 11: 39-47.

Peña Ramos, A., J.D. Eastin, S.D. Kachman y D.J. Andrews. 2002. Respuesta a la selección para rendimiento y sus componentes número y tamaño de grano en sorgo. Rev. Fitot. Mex. Vol. 25(1): 49-56.

Pohelman, J.M. 1965. Breeding field crops. Ed. Limusa Wiley, México, DF; pp.301-328.

Quinby, J.R. and K.F. Schertz. 1970. Sorghum genetics, breeding and hybrid seed production. pp. 73-83. In: Sorghum production and utilization. AVI publishing co. J.S. Wall, and W.M. Ross (eds.). Westport, Connecticut.

Solanki, B. G., D. M. Patel, P. B. Patel, and R. T. Desai. 2007. Combining ability in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for yield and its attributing traits (II). Crop Res. (Hisar): 187-191.

Sprague, G. F., and L. A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34: 923-932.

Stephens, J.C., G.H. Kuyendall and D.W. George. 1952 Experimental production of hybrid sorghum seed with a three-way cross. Agronomy Journal 44:369-373.

Stephens, J.C. and R.F. Holland. 1954 Cytoplasmic male sterility for hybrid sorghum seed production. Agronomy Journal 46:20-23.

Tüsüz, M. A. 1997. Heterosis in sorghum. In: Book of Abstracts. The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops; an International Symposium. CIMMYT. México. pp: 326-327.

Williams-Alanís, Héctor, Gerardo Arcos-Cavazos. 2015. Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las huastecas. Agron. Mesoam. 26(1):87-97.

Apéndice

ENT	Genealogía	REND t/ha	P100G g	ALT cm
5	A101 x RXC05	12.5 a	2.9 b	160.9 bc
12	A101 x RXC12	11.1 a	2.8 b	136.7 d
3	A101 x RXC03	11.0 a	3.1 a	163.1 b
6	A101 x RXC06	10.4 a	2.9 b	171.3 ab
8	A101 x RXC08	10.2 a	2.6 b	161.5 b
26	Genex 506	10.0 a	2.4 c	145.6 cd
4	A101 x RXC04	9.9 ab	2.5 c	177.5 a
1	A101 x RXC01	9.6 b	2.8 b	163.4 b
23	A102 x RXC01	9.3 b	2.6 b	135.7 d
2	A101 x RXC02	9.3 b	3.0 b	186.2 a
27	Caloro León	8.9 b	2.5 c	177.5 a
25	Genex 649	8.7 b	3.0 b	152.6 c
11	A101 x RXC11	8.5 b	2.6 bc	146.3 c
19	A102 x RXC19	8.2 b	2.1 d	140.8 d
10	A101 x RXC10	8.1 b	2.4 c	140.9 d
17	A102 x RXC17	7.7 b	2.3 c	133.6 d
18	A102 x RXC18	7.4 bc	2.3 c	125.3 e
9	A101 x RXC09	6.9 c	2.3 c	141.0 d
28	Caloro Tigre	6.8 c	3.0 ab	170.4 b
7	A101 x RXC07	6.6 c	2.3 c	132.0 de
24	A102 x RXC22	6.5 c	2.1 cd	123.9 e
15	A101 x RXC15	6.2 c	2.2 c	133.1 d
20	A102 x RXC20	5.9 c	1.9 d	115.1 f
13	A101 x RXC13	5.9 c	2.5 c	132.3 d
22	A102 x RXC21	5.5 c	2.3 c	115.3 f
21	A102 x RXC13	5.4 c	2.2 c	121.0 ef
14	A101 x RXC14	4.8 cd	2.2 c	129.1 e
16	A102 x RXC16	3.7 d	2.1 c	132.6 d
	Tukey 0.05	2.80	0.48	15.70
	̄X exp.	7.86	2.43	140.71

ENT	Genealogía	REND t/ha	P100G g	ALT cm
5	A101 x RXC05	8.9	24.1	296.8 b
12	A101 x RXC12	15.2	24.1	361.2 a
3	A101 x RXC03	19.9	23.8	410.1 a
6	A101 x RXC06	13.0	25.8	424.9 a
8	A101 x RXC08	17.0	23.3	313.6 b
26	Genex 506	16.8	23.0	196.9 c
4	A101 x RXC04	15.5	24.5	312.8 b
1	A101 x RXC01	15.5	23.9	278.1 bc
23	A102 x RXC01	16.4	26.2	234.2 c
2	A101 x RXC02	15.8	23.6	245.3 c
27	Caloro León	15.2	26.9	278.9 b
25	Genex 649	20.7	22.8	239.8 b
11	A101 x RXC11	16.9	24.0	208.8 c
19	A102 x RXC19	17.2	24.9	364.1 a
10	A101 x RXC10	13.3	25.0	279.9 b
17	A102 x RXC17	16.6	23.3	352.8 ab
18	A102 x RXC18	10.9	23.8	251.4 c
9	A101 x RXC09	12.3	22.8	222.6 c
28	Caloro Tigre	18.2	24.4	248.2 c
7	A101 x RXC07	15.9	21.0	252.6 c
24	A102 x RXC22	11.8	22.5	191.1 dc
15	A101 x RXC15	11.8	24.1	159.1 d
20	A102 x RXC20	13.9	25.1	215.9 c
13	A101 x RXC13	15.5	23.3	256.4 c
22	A102 x RXC21	18.0	22.7	142.0 d
21	A102 x RXC13	11.9	25.5	260.3 c
14	A101 x RXC14	12.3	22.7	380.5 a
16	A102 x RXC16	16.4	24.9	253.2 c
	Tukey 0.05	n.s.	n.s.	92.34
	\bar{X} exp.	15.10	24.00	266.3

REND = Rendimiento; P100G = Peso 100 granos; ALT = Altura planta; LPED = Longitud pedúnculo; TPAN = Tamaño panoja; DF = Días a flor; AFHB⁻¹ = Área foliar hoja bandera⁻¹.

Tabla 7 Rendimiento y características agronómicas de 24 híbridos de sorgo del programa de mejoramiento del CUCBA. CUCBA 2017 P/V