

## Comportamiento de 23 híbridos de sorgo granífero bajo condiciones de norte-verano en el estado Portuguesa

### Performance of 23 grain sorghum hybrids under north-summer conditions in Portuguesa State

R. González<sup>1</sup> y Y. Graterol<sup>1</sup>

#### Resumen

Durante el ciclo de siembra del año 2000 se incrementó en Venezuela la superficie bajo sorgo superando las 100.000 hectáreas. Entre los factores que originaron este incremento y expansión se encuentran los avances tecnológicos, el mejoramiento genético, las pruebas regionales de materiales con amplia adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región y el alto potencial de los cultivares desarrollados. Se establecieron tres ensayos en las localidades de Chorrerones, Turén y la Morita del estado Portuguesa con el objetivo de evaluar la relación genotipo ambiente de 23 híbridos. El diseño estadístico fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las medias se compararon con la prueba de la mínima diferencia significativa (al 5 % de probabilidad). Los resultados obtenidos de los ensayos bajo las tres localidades mostraron que los materiales expresaron buena adaptabilidad a las condiciones agroecológicas y un alto potencial de rendimiento de granos, donde destacaron los híbridos XPM-1177 con 4.081 kg/ha, MTC-001167 con 3.947 kg/ha y P82G55 con 3.659 kg/ha.

**Palabras claves:** sorgo, genotipos, híbridos, ambiente, adaptabilidad, rendimiento, Venezuela.

#### Abstract

During the 2000 growing season, the area cropped with sorghum was increased up to 100.000 hectares. Among the factors that stimulated this situation were new technologies, genetic improvements and the hybrid trials that identified well adapted genotypes. Hybrid trials were conducted at Chorrerones, Turén and Morita in Portuguesa state, Venezuela, with the objective of studying the

---

Recibido el 14-3-2002 ● Aceptado el 16-9-2002

1 Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Portuguesa. Apdo. postal 102-Acarigua 3301-A Correo electrónico [ciaeport@cantv.net](mailto:ciaeport@cantv.net); [yvangeraterol@hotmail.com](mailto:yvangeraterol@hotmail.com)

genotype-environment interaction of several sorghum hybrids. The completely randomized block design with four replications was used at all locations. The means were compared using the least significant difference (at the 5 % level of probability). Results showed that several sorghum hybrids had good adaptability and high grain yield potential: XPM-1177 (4.081 kg/ha), MTC-001167 (3.947 kg/ha) and P-82635 (3.659 kg/ha).

**Key words:** Sorghum, genotypes, hybrids, environment, adaptability, yield, Venezuela.

## Introducción

El sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es el tercer cereal de importancia en el estado Portuguesa, siguiendo al maíz y arroz, tanto en superficie de siembra como en producción. Desde la década de los noventa el sorgo viene experimentando una extraordinaria expansión por sus conocidas ventajas comparativas sobre otros cultivos y a su habilidad para adaptarse a una amplia gama de ambientes edafoclimáticos. Sin embargo, los rendimientos en granos y la productividad siguen siendo bajos, alrededor de 2000 kg/ha, con un área de siembra que oscila entre 60.000 y 100.000 hectáreas anualmente y una producción realmente aceptable entre 90.000 y 140.000 toneladas de grano de sorgo, según cifras del Ministerio de Producción y Comercio (11). En vista de esta situación, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), se viene desarrollando una línea de investigación, conjuntamente con el sector privado y la cual se ha mantenido desde 1980 y que al ser ésta de carácter oficial, dicta la pauta sobre las evaluaciones de los cultivares de sorgo a ser comercializados en las diferentes áreas de siembra del país.

Desde 1973, Mauricio Riccelli

(13), viene trabajando con híbridos tropicales definiendo las modalidades y ubicando áreas potenciales de producción. Por su parte Mena (8) señala que los ensayos regionales de sorgo granífero serán conducidos y supervisados directamente por el INIA, el cual ha marcado la línea de investigación hasta el presente. El mismo Mena (9) inició con éxito un programa de investigación genética y desarrolló un paquete tecnológico que permitirá la explotación de los cultivares liberados en las pruebas regionales. González (4), trabajando en la localidad de Santa Cruz con cultivares de sorgo granífero, encontró que las variaciones ambientales que se presentaron en las siembras tardías, tales como altas temperaturas, humedad limitada y fotoperíodo, afectaron negativamente los rendimientos de granos hasta en un 42,96%. Varvel *et al.* (15) coincide con Kambal (7) en que las diferentes respuestas de los cultivares de sorgo granífero son debido a las interacciones cultivar - medio ambiente, donde la cantidad y distribución de la precipitación influyeron notablemente en los rendimientos de granos. Por otra parte, las investigaciones de Ercoli *et*

al. (3) y Hammer *et al.*, (6), reportaron que las temperaturas altas y bajas influyeron negativamente en las fases de concentraciones de fósforo en las hojas, tallo, panículas y raíces.

El presente trabajo tuvo como

finalidad evaluar el comportamiento de un grupo de híbridos de sorgo granífero provenientes tanto del sector oficial como de la empresa privada en tres regiones agroecológicas del estado Portuguesa.

## Materiales y métodos

Los experimentos fueron conducidos en fincas de productores en las localidades de Chorrerones, Turén y la Morita del estado Portuguesa. Se iniciaron las siembras durante el ciclo del año 2000 a salidas de lluvia. En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis físico y químico de los suelos donde se condujeron los ensayos. El diseño utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron de dos hilos de 6 m de largo, de los cuales

se utilizaron los 5 m centrales para la cosecha. La separación entre hilos fue de 0,70 m, para un área efectiva de 7 m<sup>2</sup> y una densidad de 15 plantas por metro lineal.

Los cultivares evaluados en cada localidad son mostrados en el cuadro 2, donde se observan también las empresas que facilitaron los materiales. Las prácticas agronómicas realizadas consistieron de una fertilización básica al momento de la siembra utilizando la fórmula 15-15-

**Cuadro 1. Análisis químicos de las parcelas experimentales donde se condujeron los ensayos.**

Análisis	Localidades		
	Chorrerones	Morita	Turén
pH	6,1	6,2	7,4
Materia orgánica (%)	2,30b	3,31m	1,95b
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0,40b	0,21b	0,60m
Fósforo (ppm)	29a	44a	26a
Potasio (ppm)	48b	120m	120m
Arena (%)	26	18	34
Limo (%)	56	40	46
Arcilla (%)	18	42	20
Clasificación Textural	FL	AL	F

Fuente: Laboratorio suelos del I.U.T.E.P

Abreviaturas: a = Alto, m = Medio, b = Bajo

AL = Arcillo - limoso, F = Franco,

FL = Franco - limoso, Fa = Franco - arcilloso

**Cuadro 2. Cultivares de sorgo granífero evaluados en tres localidades del estado Portuguesa.**

Procedencia	Cultivares	Procedencia	Cultivares
Morgan	MS - 3 M - 858 PM 9801	Monsanto	X - 0111 MTC - 001167
Semillas Aragua	Guanipa 130 Guanipa 140	Semillas Los Riecitos	Chaguaramas VII (T)
Semillas Flor de Aragua	Cacique II XFA - 30	Pioneer de Venezuela	82 G 55 XSB - 900 XSB-930
Dekalb	D - 66 BR. 71	INIA	Criollo-20 Criollo-21
Asgrow	XPM - 1177 XPM - 7379		Criollo-22 Criollo 23
Coseven	X - 1197 X - 9911		

Fuente: INIA y empresas nacionales y transnacionales

15, a razón de 250 kg/ha; a los 25 días después de germinado el sorgo se reabonó con úrea a razón de 150 kg/ha. Las observaciones de campo tomadas fueron las siguientes: días a 50% de floración, altura de planta,

longitud de panoja, longitud de pedúnculo, acame, daño de pájaro, daño por mosquita del ovario *Contarinia sorghicola*, color del grano, compactación de panoja y rendimiento de grano ajustado a 12% de humedad.

## Resultados y discusión

El cuadro 3 muestra los rendimientos promedios de los 23 cultivares de sorgo en cada una de las 3 localidades. Los rendimientos variaron desde 4081 (XPM-1177) a 1934 kilogramos por hectárea (XSB-930) y entre las localidades desde 3813 (Turén) a 2565 kilogramos por hectárea (Morita). Esto nos indica que Turén provee un ambiente más favorable para el rendimiento de los genotipos estudiados, siendo Morita el

menos favorable. En cuanto a los cultivares, los híbridos XPM-1177, P82G55, MTC-001167 y GUANIPA-140, fueron más rendidores en todas las localidades estudiadas. Los resultados anteriores se presentan en el cuadro 3 en donde se aprecia que Turén superó el promedio de todas las localidades en aproximadamente 19,72 %, mientras que Chorrerones y Morita estuvieron por debajo de Turén en un 26,38 y 32.73 % respectivamente.

**Cuadro 3. Rendimiento promedio de 23 cultivares de sorgo granífero en tres localidades del Estado Portuguesa.**

Cultivar	Localidades			$\bar{X}$
	Chorrerones	Turén	Morita	
XPM-7379	3503	3494	1879	2959
Criollo-22	3357	4516	2602	3492
XPM-1177	3336	4647	4261	4081
P82G55	3335	4761	2882	3659
Criollo-20	3330	4281	2320	3310
M-858	3277	2951	2276	2835
Guanipa-140	3265	4652	2983	3633
Criollo-21	3241	4484	2394	3373
DK-66	3006	3347	1452	2601
Guanipa 130	2835	3580	2042	2819
X - 1197	2816	4167	3225	3402
Cacique II	2801	2644	1935	2460
BR-71	2782	4058	3596	3479
MtC-001167	2718	5309	3815	3947
X-0111	2709	3488	3105	3100
Chaguaramas VII	2683	3835	2090	2869
X-9911	2544	4708	2731	3328
XFA-30	2467	4237	1530	2745
MS-3	2350	1594	1907	1950
Criollo-23	2237	5024	1809	3023
PM-9801	2061	4291	3720	3357
XSB-930	2052	1402	2348	1814
XSB-900	1837	2218	2084	2046
Promedio (kg/ha)	2807	3813	2565	3061
mds10,05 (kg/ha)	737	711	763	
cv2 (%)	18,6	13,2	20,8	

1 mds = mínima diferencia significativa al 5 % de probabilidad

2 cv = coeficiente de variación

Dongale *et al.* (2), encontraron diferencias significativas en los rendimientos de granos, cuando los años eran menos lluviosos, afectando los rendimientos en un 20% con respecto al testigo en años secos. Sin embargo, Peterson *et al.* (12), no

encontraron diferencias debido a las localidades y condiciones ambientales; pero los incrementos obtenidos fueron debidos a las variaciones entre los cultivares empleados. Hammer *et al.* (6), señalaron que la tolerancia del sorgo a variaciones de temperatura es

consecuencia de la adaptabilidad de algunos cultivares a dichas variaciones.

Aglave y Lomte (1) recomiendan desarrollar híbridos de sorgo con énfasis en materiales de grano que tengan alta resistencia a la sequía, y características agronómicas deseables. Saave *et al.* (14) relacionaron los rendimientos de granos con el régimen de humedad. Mena *et al.* (10) encontraron que los rendimientos de los cultivares de sorgo fueron afectados principalmente por problemas de enfermedades donde prevaleció la antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), aunque la precipitación es el principal factor que limita la producción de granos de sorgo. Se observaron variaciones en las condiciones ambientales para las tres localidades empleadas.

En cuanto a las variables agronómicas estudiadas, en el cuadro 4 se presentan los tipos de compactación, color del grano y la floración. Estos caracteres nos permiten seleccionar cultivares con alto potencial de rendimiento y de buena calidad. En zonas donde la precipitación es alta, el uso de sorgo

con panojas abiertas es lo deseable y en zonas donde la humedad es baja, se recomienda emplear sorgos con panojas compactas o semi-compactas y con floración precoz. El color del grano es otra característica importante porque se asocia con presencia de taninos condensados, los cuales disminuyen la calidad de los alimentos concentrados para aves y cerdos. Los cultivares evaluados se caracterizaron por ser de colores marrón oscuro, bronce y blanco, donde los sorgos de color marrón presentan en la testa polifenoles, mientras que los materiales de sorgo bronce y blanco se caracterizan por tener bajos contenidos de estos fenoles. González (5) encontró que mezclando varios cultivares después de la cosecha de sorgo de colores marrón oscuro altos en fenoles con granos de color bronce, rojo o blanco bajos en taninos, el porcentaje de taninos se reduce considerablemente hasta en un 30-40%, por lo que no existirán problemas con estos ácidos en la preparación de los alimentos concentrados para aves y cerdos y así satisfacer la demanda de la industria privada.

**Cuadro 4. Características comparativas de 23 cultivares de sorgo granífero en el estado Portuguesa. Ciclo 2000-2001**

Cultivar	Característica		
	Compactación	Color	Maduración
XPM -1177	SC	BR	M
MtC - 001197	C	BR	M
P82G55	SA	BR	M
Guanipa-140	SA	M	T
Criollo-22	SC	BR	M
BR - 71	SC	BR	M
X -1197	SA	BR	M
Criollo-21	SA	BR	M
PM 9801	SA	BR	M
X - 9911	A	BR	M
Criollo-20	SC	B	M
X - 0111	SC	BR	M
Criollo-23	SA	B	T
XPM - 7379	SC	BR	M
Chaguaramas VII	A	MO	M
M - 858	A	M	P
Guanipa 130	A	BR	T
XFA-30	SA	BR	M
DK-66	SA	BR	M
Cacique II	SA	BR	M
XSB-900	SA	BR	P
MS-3	SC	BR	P
XSB-930	SA	BR	M

Compactación: A=Abierto, SA = Semiabierto, C=Compacta, SC=Semicompacta

Color grano: B=blanco, BR=bronce, MO=marrón oscuro, M=Marrón

Maduración: P= Precoz (< 57 días), M=mediano (58-64 días), tardío (>64 días)

## Conclusiones

En el estado Portuguesa el sorgo granífero se puede sembrar a salidas de lluvia con la seguridad de obtener rendimientos económicamente rentables. Los híbridos manifestaron alto potencial de rendimiento y se adaptaron a las condiciones

edafoclimáticas de las regiones del estado donde fueron conducidas las pruebas.

Siembras tardías, después del 15 de diciembre, implican a su vez numerosos riesgos de obtener altos rendimientos de granos, por los déficit

de humedad en el suelo y las pocas precipitaciones que se presentan en la zona al final del ciclo lluvioso.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden recomendar para la zona de Chorrerones y áreas circunvecinas los híbridos XPM-7379, Criollo-22, XPM-1177 y P82G55, los cuales expresaron los rendimientos de 3503, 3357, 3336 y 3335 kg/ha, respectivamente. En la región de Turén destacaron los híbridos MTC-001197 con 5309 kg/ha, Criollo-23 con 5024 kg/ha y P82G55 con 4761kg/ha y en la Morita los materiales que expresaron los más altos rendimientos fueron XPM-1177, MTC-001197, PM-9801 y GUANIPA-140. Mientras que los híbridos XSB-900 y XSB-930 fueron

los genotipos con los mas bajos rendimientos. En el análisis combinado sobre las tres localidades destacaron los híbridos XPM-1177 con 4081 kg/ha, MTC-001197 con 3947 kg/ha, el P82G55 con 3659 kg/ha y GUANIPA-140 con 3633 kg/ha (cuadro 3).

Resulta prioritario continuar la producción y evaluación de genotipos de sorgo de granos claros y escaso contenido de taninos, de mayor rendimiento y con alta adaptabilidad a las condiciones ecológicas de las áreas de producción para satisfacer el incremento acelerado en la superficie sembrada de sorgo granífero en el estado Portuguesa y regiones circunvecinas.

## Literatura citada

1. Aglave, B. N. y M.H. Lomte. 1998. Growth and Yield of postrainy - season sorghum as influence by preceding rainy - season legumes and fertilizer management under dryland conditions. International Sorghum and Millets. Newsletter. N° 39: 86-90
2. Dongale, J. H. y S.B. Kadrekar. 1992. Yield responses of sorghum - rice rotation to phosphorus and available soil moisture in an alfiso. Trop. Agric. 70 (3): 220-225.
3. Ercoli, L., M. Marco., A. Masoni. y F. Massantini. 1996. Effect of temperature and phosphorus fertilization on phosphorus and nitrogen uptake by sorghum. Crop Science 36: 348-354.
4. González, R. 1998. Fechas de siembra y la fertilización sobre el comportamiento de dos cultivares comerciales de sorgo granífero en Portuguesa. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15 (6): 583-593.
5. González, R. 2000. Prueba de rendimiento de híbridos y variedades de sorgo granífero con bajo contenido de taninos. IV Curso sobre Produccion de Sorgo del 04 al 08 de diciembre. Asoportuguesa. Araure. Estado Portuguesa. pp. I-XI
6. Hammer, G. L., R.L. Vanderlip., G. Gibson., L.J. Wade., R.G. Henzell., D.R. Younger. y A.B. Dale. 1989. Genotype-by. Environment interaction in grain sorghum II. Effects of temperature and photoperiod on ontogeny Crop Science. 29: 376-384.
7. Kambal, A. E. 1978. Genotype- Environment interactions in sorghum variety tests in the Sudan Central rainland. Exp. Agric. 14: 41-48.
8. Mena, H. 1980. Compilación de ensayos regionales de sorgo granífero. Maracay, Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 25 p.
9. Mena, H. 1986. El cultivo del sorgo granífero. Series paquetes Tecnológicos. N° 4-02. Ceniap - Maracay- Venezuela.



10. Mena, H., R. Jiménez, and E. Georgis. 2000. Ensayos regionales uniformes de sorgo graníferos. INIA - Ceniap - Maracay. 23 p.
11. Ministerio de la Producción y el Comercio (MPC). 2000, U.E.P.C. estado Portuguesa División de Planificación y Políticas.
12. Peterson, T.A., y G.E. Varvel. 1989. Crop Yield as affected by crop rotation and N rate. II. Grain sorghum. *Agronomy Journal*. Vol (81): 731-734.
13. Ricelli, M. 1973. Aspectos Fisiogenéticos y oportunidades para el mejoramiento de los sorgos en los Trópicos. *Agronomía Tropical*. 22 (1): 29-46.
14. Saave, H., C.A. Francis, y J.F. Rajewski. 1984. Maturity effects on genotype x environment interactions in grain sorghum. *Agronomy Journal*, 76: 55-58.
15. Varvel, G.E. y T.A. Peterson. 1995. Precipitation use efficiency of soybean and grain Sorghum in monoculture and rotation *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 95: