

COMPORTAMIENTO DE 12 HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO SEMBRADOS BAJO CONDICIONES DE NORTE-VERANO EN LOS LLANOS OCCIDENTALES*

PERFORMANCE OF 12 GRAIN SORGHUM HYBRIDS UNDER RAINFED CONDITIONS IN THE WEST PLAINS

Rafael González¹, Yvan Graterol¹, Jesús Ávila¹, William Sequera¹, Lorenzo Velásquez¹ y Norma Pieruzzini¹

RESUMEN

Durante el ciclo de siembra 2003-2004 en el estado Portuguesa, la superficie sembrada con sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) se incrementó por encima de las 100000 ha. Entre los factores que originaron este incremento se pueden indicar la actualización del referencial tecnológico por parte de los centros de investigación y resultados de los ensayos regionales que informan sobre cultivares de alto rendimiento, con amplia adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región. Estos materiales han sido desarrollados por las empresas productoras de semilla. Durante el ciclo de siembra de norte-verano del 2004-2005 se establecieron tres ensayos, utilizando un diseño experimental de bloques al azar, en las localidades de Apartaderos (estado Cojedes), Turén y Araure (estado Portuguesa) con la finalidad de evaluar el comportamiento de los siguientes híbridos de sorgo: Criollo-1, Criollo-26, Experimental-152, Experimental-418; Chaguaramas VII, Chaguaramas-XIII, Chaguaramas- XIV; Himeca-600; SR-4000, SR-4001, SR-340 y Jack-POP. Se evaluaron las siguientes variables: días a 50% de floración, altura de plantas, longitud del pedúnculo, longitud de la panoja y rendimiento de grano ajustado al 12% de humedad. El análisis combinado para la variable rendimiento de grano reveló diferencias ($P < 0,05$) entre híbridos, Criollo-26 (3849), Criollo-1 (3736) y Jack-Pop (3675 kg/ha) fueron los más rendidores. Los cultivares de menor rendimiento (promedio de tres localidades) fueron Exp-418 (2579), Exp-152 (2416) y SR-4001 (1697 kg/ha).

Palabras clave: localidad, rendimiento, floración, altura de planta.

(*)Recibido: 15/03/2007

Aceptado: 24/09/2008

(1) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Portuguesa. Apdo. Postal 102-Acarigua 3301-A Correo Electrónico ciaeport@cantv.net; rgonzalez@inia.gov.ve ; yvangraterol@hotmail.com; javila@inia.gov.ve ; wsequera@inia.gov.ve; lovelasquez@inia.gov.ve

ABSTRACT

In Portuguesa state, during the 2003-2004 growing season, the area cropped with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) was increased up to more than 100000 ha. Among the factors that allowed this situation are the new technologies, genetic improvements and the hybrid trials that identified well adapted genotypes to regional climatic-soil conditions. Three trials were conducted using an experimental design with randomized blocks, at Apartaderos, Cojedes state, and Turén and Araure in Portuguesa state, with the objective of study the performance of the following sorghum hybrids: Criollo-1, Criollo-26, Exp-152, Exp-418; Chaguaramas VII, XIII, XIV; Himeca-600; SR-4000, SR-4001, SR-340 and Jack-POP. The evaluated variables were: time to 50% of flowering, plant height, ear length and grain yield adjusts to 12% humidity. Results indicated that the following sorghum hybrids had high yield potential: Criollo-26 (3849), Criollo-1 (3736) and Jack-Pop (3675 kg/ha). The lower yield performance were Exp-418 (2579), Exp-152 (2416) and SR-4001 (1697 kg/ha).

Key words: locations, yield, flowering, plant height.

INTRODUCCIÓN

El sorgo granífero es el tercer cereal de importancia en Venezuela, sigue al maíz y arroz tanto en superficie de siembra como en volumen de producción. En la región Occidental, el sorgo ha experimentado una extraordinaria expansión desde 1998 por las ventajas comparativas que tiene sobre otros cultivos en términos de rendimiento y rentabilidad, además de su capacidad para adaptarse a una amplia gama de ambientes edafoclimáticos. En Venezuela, la producción es destinada en un 100 % para la elaboración de alimentos balanceados para consumo animal y el forraje o soca para alimentación directa del ganado (Agudelo 2004). En el País, el rendimiento en granos es bajo y se ubica alrededor de 2000 kg/ha; se siembra un área de 200000 ha, lo que genera una producción nacional que oscila entre 150000 y 180000 t (MPPAT 2004). El 99 % del área se siembra con cultivares híbridos, poco se utilizan variedades mejoradas (Ortiz 2003).

A pesar de que el sorgo se cultiva en casi todo el país, la producción nacional se concentra principalmente en cuatro regiones claramente diferenciadas por sus condiciones agroclimáticas: 54,74 % en los llanos centrales (estados Guárico y Aragua); 38,50 % en los llanos occidentales (estados Portuguesa, Cojedes y Barinas); 3,00 % en los llanos orientales (estados Anzoátegui y Monagas) y 3,80 % en los estados Lara, Zulia y Yaracuy (Benacchio *et al.* 1987, Mena 2004, MPPAT 2004).

En el ciclo de siembra 2003-2004 del estado Portuguesa, la superficie de siembra se incrementó desde 80000 hasta 137521 ha (MPC 2004); lo cual se atribuye al nuevo precio del producto para ese ciclo (320000 Bs/t), el poco incentivo para sembrar otros cultivos y a condiciones ambientales favorables, principalmente la precipitación.

En las áreas tropicales, el

régimen de precipitación y en consecuencia la humedad, tanto edáfica como atmosférica, son los mayores responsables de la variación de rendimientos, lo cual se observa aún dentro de una misma zona (Riccelli 1973).

Según Compton (1990), se considera suficiente para el sorgo una suplencia hídrica que oscile entre 300 y 350 mm, bien distribuida en los momentos oportunos durante el ciclo. Sin embargo, las exigencias hídricas varían según el cultivar, crecimiento y etapas de desarrollo del sorgo (Stewart *et al.* 1983).

Solórzano (1986) expresó que el sorgo es fundamentalmente un cultivo de secano, capaz de superar irregularidades en la suplencia de humedad y producir rendimientos económicamente aceptables en estas condiciones. Varvel y Peterson (1995) encontraron que las diferentes respuestas de los cultivares de soya y de sorgo, eran debidas a las interacciones cultivar-medio ambiente, ya que la cantidad y distribución de la precipitación durante el ciclo influyeron notablemente en los rendimientos de granos de ambos cultivos. Resultados parecidos obtuvieron Tovar y Guzmán (1979), quienes evaluaron épocas de siembra y condiciones ecológicas diferentes, y encontraron que las fechas de siembra tardías afectaron el comportamiento y rendimiento de los cultivares. Con base en esta circunstancia, se planteó evaluar el comportamiento de un grupo de híbridos de sorgo granífero

en tres regiones agroecológicas ubicadas en los estados Cojedes y Portuguesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se ubicaron durante el ciclo de siembra de norte-verano 2004-2005, en tres localidades; Apartaderos, Turén y Araure. Se evaluaron 12 cultivares: Criollo-1, Criollo-26, Experimental-152, Experimental-418, Chaguaramas VII, Chaguaramas XIII, Chaguaramas XIV, Himeca-600, SR-4000, SR-4001, SR-340 y Jack-Pop, provenientes de los programas de obtención de cultivares de empresas privadas y sector oficial.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis de suelo de los sitios donde se condujeron los ensayos. Se destaca el alto porcentaje de arena (74 %) en Apartaderos, el cual le debe conferir poca capacidad de retención de humedad. También se observa una mediana fertilidad en las tres localidades.

En la Tabla 2 se reportan los datos de precipitación registrados durante el desarrollo del experimento. Para la localidad de Apartaderos, se presentan los datos de precipitación registrados en el campo experimental de Agua Blanca, estación meteorológica más cercana al sitio del ensayo.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo formada por dos hileras de 6 m de largo, separadas a 0,70 m. La densidad de siembra fue de

15 plantas por metro lineal. Las variables anatómicas medidas fueron: altura de planta, longitud de pedúnculo y longitud de panoja; para estas mediciones se seleccionaron 10 plantas por metro lineal y se registró la floración cuando las plantas alcanzaron el 50 % de antesis. Los datos de rendimiento fueron expresados en kg/ha de granos ajustado a 12 % de humedad. Se aplicó fertilización básica en banda al momento de la siembra con la fórmula 12-24-12 (250 kg/ha); a los 25 días después de la germinación se reabonó con urea (200 kg/ha), incorporada al suelo. Previo a la realización de los análisis individuales y el combinado, se llevó a cabo la comprobación de los supuestos básicos del análisis de varianza: el supuesto de normalidad se comprobó mediante la prueba de Wilk y Shapiro y el supuesto de homogeneidad de varianza de los errores, utilizando la prueba de Bartlett, los promedios entre tratamientos se compararon con la prueba de mínima diferencia significativa, de acuerdo con Steel y Torrie (1988).

Las fechas de siembra fueron las siguientes: Araure, 05/09/2004; Turén, 29/10/2004 y Apartaderos 03/11/2004.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cultivares evaluados no contaron con suficiente humedad durante los meses de enero y febrero (Tabla 2), cuando se presentaron las principales fases de desarrollo como floración y llenado de grano, lo cual pudo causar disminución del rendimiento debido a las condiciones hídricas deficientes. Estos resultados coinciden con los encontrados por Undersander (1986) y Compton (1990), quienes observaron que el cultivo de sorgo es afectado cuando la cantidad de lluvia y su distribución en el tiempo y el espacio es menor de 250 mm, ya que lo requerido para producir grano se ubica entre 300 y 350 mm. En las localidades de Turén y Araure la precipitación y las condiciones de suelos parecen ser más favorables para el desarrollo de los cultivares.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en la localidad de Apartaderos, los híbridos Criollo-1, SR-4000, Criollo-26 y Jack-pop mostraron los mejores rendimientos: 3345; 2730; 2662 y 2499 kg/ha, respectivamente. Mientras que en Araure se observaron diferencias ($P<0,05$) para las variables estudiadas y

Tabla 1. Características físico - químicas de los suelos donde se realizaron los ensayos.

Parámetros analizados	Localidades		
	Apartaderos	Araure	Turén
pH	5,23	6,10	7,83
Materia orgánica (%)	1,19b	2,30m	1,95b
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0,11 b	0,40 b	0,60m
Fósforo (ppm)	40 a	29 a	26 a
Potasio (ppm)	20 b	48 b	120 m
Arena (%)	74	16	34
Limo (%)	18	36	46
Arcilla (%)	08	48	20
Clasificación textural	Fa	FA	F

Fuente: Laboratorio de suelos del IUTEP-Acarigua

a= alto, b= bajo, m= medio, Fa= franco arenoso, FA= franco arcilloso, F= franco.

Tabla 2. Precipitación promedio mensual en las localidades de experimentación.

	Localidades		
	Apartaderos*	Turén**	Araure***
		- mm -	
Septiembre 2004	0	359,30	181,20
Octubre 2004	0	114,60	155,90
Noviembre 2004	133	49	56,80
Diciembre 2004	49	7,5	4,30
Enero 2005	42,50	88,50	33,30
Febrero 2005	3,50	0	0
Marzo 2005	0	0	0
Total	228	618,90	431,50

Fuente: *Estación metereologica INIA; Agua Blanca

** Estación metereologica INIA- Turén

*** Estación metereologica-INIA- Araure

se observó mayor rendimiento (4393 kg/ha) en el cultivar Criollo-26 y menor rendimiento (2315 kg/ha) en el cultivar SR-4001 (Tabla 4).

En la localidad de Turén (Tabla 5) hubo diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$), el cultivar Himeca-600 expresó el mayor rendimiento de granos (5230 kg/ha); mientras que el híbrido SR-4001 mostró el menor rendimiento (1757 kg/ha). Resultados parecidos obtuvieron Tovar y Guzmán (1979) y González (2003), quienes evaluaron épocas de siembra y cultivares, encontraron que las siembras tardías generaron reducción del rendimiento de cultivares de sorgo en diferentes áreas agroecológicas, especialmente en aquellas donde los suelos tenían textura de franca a franca arenosa.

Con base en los resultados presentados en las Tablas 3, 4 y 5, se pueden detectar los cultivares de sorgo con mayor rendimiento y con mejores características de adaptación a las diferentes áreas agroecológicas.

En zonas de poca precipitación y suelos con características texturales como franco arenosos que propician

una baja retención de humedad, como la que presenta la localidad de Apartaderos (Tabla 2), la selección se debe basar en cultivares de floración precoz. En la Tabla 6 se muestran los promedios de rendimiento de los cultivares en las tres localidades en estudio, se puede observar que los rendimientos en Araure y Turén no presentaron diferencias significativas entre ellos; mientras que en Apartaderos el rendimiento fue menor. Resultados parecidos obtuvieron Cloud y Rupe (1994), quienes encontraron que tanto las condiciones ambientales, tales como el déficit de humedad y las enfermedades fungosas, afectaron el rendimiento de los genotipos utilizados. En la localidad de Apartaderos, las fases de desarrollo que requieren mayor consumo de agua en sorgo (floración y llenado de grano) coincidieron con los meses de menor precipitación (enero y febrero).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la localidad de Turén se presentó como el mejor ambiente para el desarrollo de los cultivares de sorgo estudiados, seguida de Araure y

Tabla 3. Valores promedios de los componentes agronómicos de los cultivares de sorgo evaluados en Apartaderos, estado Cojedes.

Cultivar	Días a floración (50%)	Altura planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Longitud de pedúnculo (cm)	Rendimiento de granos (kg/ha)
HIMECA-600	56 f	104 de	19 d	13 bc	1,55 de
CRIOLLO-26	61 cde	123 bc	21 abcd	17 ab	2,66 b
CHAGUARAMAS-VII	57 f	130 b	20 cd	13 cd	2,32 bc
CHAGUARAMAS-XIV	61 cde	114 cd	22 abcd	11 cd	1,76 d
CRIOLLO-1	47 g	150 a	23 abcd	23 a	3,35 a
JACK-POP	64 abcd	97 e	23 abcd	0,60 cde	2,50 bc
EXPERIMENTAL-418	621 bede	126 bc	26 a	10 cde	1,99 cd
CHAGUARAMAS-XIII	65 abc	118 cd	25 ab	0,80 cde	2,41 bc
SR-4000	59 ef	116 cd	25 ab	0,70 cde	2,73 b
SR-340	65 abc	117 bcd	23 abcd	0,60 cde	1,73 d
EXPERIMENTAL-152.	64 abcd	125 bc	22 abcd	0,50 de	1,58 d
SR-4001	67 a	97 e	21 bcd	0,30 e	1,02 e
PROMEDIOS	60,75	117,98	10,17	22,33	2,12
CV(%)	3,83	9,08	13,26	3,95	17,94

Medias en cada columna con la misma letra no presentan diferencias (mds, $P < 0,05$)

Tabla 4. Valores promedios de los componentes agronómicos de los cultivares de sorgo evaluados en Araure, estado Portuguesa.

Cultivar	Días a floración (50%)	Altura planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Longitud de pedúnculo (cm)	Rendimiento de granos (kg/ha)
HIMECA-600	56 f	104 de	19 d	13 bc	4,21 ab
CRIOLLO-26	61 cde	123 bc	21 abcd	17 ab	4,39 a
CHAGUARAMAS-VII	57 f	130 b	20 cd	13 cd	3,510 abcd
CHAGUARAMAS-XIV	61 cde	114 cd	22 abcd	11 cd	4,19 ab
CRIOLLO-1	47 g	150 a	23 abcd	23 a	3,90 abc
JACK-POP	64 abcd	97 e	23 abcd	0,60 cde	4,24 ab
EXPERIMENTAL-418	621 bcde	126 bc	26 a	10 cde	2,86 de
CHAGUARAMAS-XIII	65 abc	118 cd	25 ab	0,80 cde	3,12 cde
SR-4000	59 ef	116 cd	25 ab	0,70 cde	2,70 de
SR-340	65 abc	117 bcd	23 abcd	0,60 cde	3,33 bcd
EXPERIMENTAL-152.	64 abcd	125 bc	22 abcd	0,50 de	2,37 e
SR-4001	67 a	97 e	21 bcd	0,30 e	2,32 e
PROMEDIOS	56,56	166,00	27,35	21,92	3,43
CV(%)	3,83	9,08	13,26	3,95	19,55

Medias en cada columna con la misma letra no presentan diferencias (mds, $P < 0,05$)

Tabla 5. Valores promedios de los componentes agronómicos de los cultivares de sorgo evaluados en Turén, estado Portuguesa.

Cultivar	Días a floración (50%)	Altura planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Longitud de pedúnculo (cm)	Rendimiento de granos (kg/ha)
HIMECA-600	56 d	164 a	29 bcde	26 ab	5,23 a
CRIOLLO-26	58 bc	160 ab	31 bc	21 cd	4,49 ab
CHAGUARAMAS-VII	57 cd	157 ab	29 cde	18 de	4,23 abc
CHAGUARAMAS-XIV	60 ab	160 ab	32 b	21 bcd	3,55 bcde
CRIOLLO-1	51 e	160 ab	20 e	27 a	3,97 bcd
JACK-POP	60 a	152 abc	27 a	21 bcd	4,28 abc
EXPERIMENTAL-418	59 abc	160 ab	30 bcd	25 abc	2,89 de
CHAGUARAMAS-XIII	60 ab	156 ab	39 a	9 f	2,80 ef
SR-4000	60 a	148 bc	32 bc	14 e	3,43 bcde
SR-340	60 a	164 a	29 cde	14 e	3,26 cde
EXPERIMENTAL-152.	60 ab	154 ab	32 bc	15 e	3,30 cde
SR-4001	60 a	136 c	33 b	19 de	1,76
PROMEDIOS	58,54	142,62	26,73	17,03	3,60
CV(%)	2,11	6,87	8,19	18,03	21,28

Medias en cada columna con la misma letra no presentan diferencias (mds, $P < 0,05$)

Apartaderos. Este comportamiento pudo ser originado por la combinación de factores edáficos y época de siembra fuera del rango recomendado para la explotación del sorgo (siembras tardías). Estos resultados se pueden explicar por la relación agua-suelo-planta, ya que al disminuir la disponibilidad de agua en la época crítica (floración y llenado de granos), se afecta el rendimiento de las plantas sembradas en fecha más tardía. De esta manera, las siembras de noviembre en adelante, generan menos oportunidad de desarrollo para el cultivo. En el rendimiento de grano en Apartaderos ocurrió una reducción de 37,80 y 40,85 %, al compararlo con Araure y Turén, respectivamente (Tabla 6). Resultados parecidos obtuvieron Grant *et al.* (1989), quienes evaluaron áreas de siembra con baja retención de humedad y fechas de siembras tardías, y observaron una reducción en el número de panículas y peso de los granos.

Tabla 6. Rendimiento promedio de grano y fechas de siembra en las localidades estudiadas.

Localidades	Rendimiento
	-kg/ha-
Araure	3428 a
Turen	3605.a
Apartaderos	2132,30 b

Medias en cada columna con una misma letra no presentan diferencias (mds, $P < 0,05$)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La variación observada en el rendimiento de grano y demás componentes del rendimiento (floración, altura de planta, longitud de

pedúnculo y panoja), puede ser debida a diferencias en la precipitación, condiciones edáficas de cada localidad y al potencial genético de los cultivares.

La variación observada en el rendimiento de grano y demás componentes del rendimiento (floración, altura de planta, longitud de pedúnculo y panoja), puede ser debida a diferencias en la precipitación, condiciones edáficas de cada localidad y al potencial genético de los cultivares.

Los cultivares con mejor adaptación a los ambientes evaluados y que expresaron potencial de rendimiento superior al promedio de cada ensayo fueron: Criollo-26, Criollo-1, Jack-pop y Chaguaramas VII.

En las localidades de Araure y Turén no hubo diferencias significativas en los rendimientos, mientras que en la localidad de Apartaderos, se obtuvo el menor rendimiento de grano.

En Araure y Turén, el híbrido Himeca-600, ocupó el segundo y primer lugar en rendimiento, respectivamente. En Apartaderos mostró el penúltimo rendimiento.

Se recomienda sembrar temprano para que el cultivo disponga de suficiente humedad (producto de las precipitaciones) en las fases de mayor consumo de agua.

Los híbridos recomendados para las localidades de Turen y Araure son: Criollo-1, Criollo-26, Chaguaramas VII, Jack-Pop e Himeca-600. Mientras que para la localidad de

Apartadero se observó mejor comportamiento en los cultivares Criollo-1, SR-4000, Criollo-26 y Jap-Pop.

REFERENCIAS

- Agudelo, C. 2004. Producción de semilla de sorgo. VI Curso sobre producción de sorgo. Asoportuguesa, Araure, Venezuela. pp 23-29.
- Benacchio, S., Cañizales, R., Riccelli, M. y Avilan, W. 1987. Zonificación agroecológica del cultivo del sorgo en el país. Fonaiap. Series C N:140-02. Maracay, Venezuela, 44 p.
- Cloud, G. and Rupe, J. 1994. Influence of nitrogen, plant growth stage and environment on charcoal rot of grain sorghum caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Plant and Soil 158: 203-210.
- Compton, P. 1990. Agronomía del sorgo. El uso de agua y nutrientes por la planta de sorgo. ICRISAT-India. 122 p.
- González, R. 2003. Comportamiento de 23 híbridos de sorgo granífero bajo condiciones de norteverano en el estado Portuguesa. Revista Facultad de Agronomía del Zulia (LUZ) 20: 297-305.
- Grant, R., Jackson, B., Kiniry, J. and Arkin, G. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy Journal 81: 61-65.
- Mena, H. 2004. Compilaciones de ensayos regionales de sorgo granífero. Instituto de Investigaciones Agrícolas Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. 26 p.
- Ministerio de Producción y Comercio (MPC). 2004. Prontuario vegetal. Dirección de Estadística e Informática UEMAT-Portuguesa, Venezuela.
- Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierra (MPPAT). 2004. Prontuario vegetal. Dirección de Estadística e Informática UEMAT-Portuguesa, Venezuela.
- Ortiz, A. 2003. Producción de semilla híbrida de sorgo. V-Curso sobre Producción de sorgo. 24 al 28/03/2003. Asoportuguesa. Araure, Venezuela, 8p.
- Riccelli, M. 1973. Aspectos fisiológicos y oportunidades para el mejoramiento de los sorgos en los trópicos. Agron Trop. 23(1): 29-46
- Solórzano, P. 1986. El sorgo granífero su producción en Venezuela. Protinal C.A. Valencia. 148 p.
- Steel, R. y Torrie, J. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw- Hill / Interamericana. México, 622 p.
- Stewart, B., Musick, J. T. and Dusek, D. 1983. Yield and water use

efficiency of grain sorghum in a limited irrigation-dryland farming system. *Agronomy Journal*. 75:629-634.

- Tovar, D. y Guzmán, L. 1979. Determinación de la mejor época de siembra del Sorgo granífero en función de las condiciones agroecológicas predominantes en los llanos Occidentales de Venezuela (Resumen). *In* X Reunión Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco. p 6.
- Undersander, D. 1986. Management of sorghum under limited irrigation. *Agronomy Journal*. 78: 28-32.
- Varvel, G. and Peterson, T. 1995. Precipitation use efficiently of soybean and grain Sorghum in monoculture and rotation. *Soil Sci Soc. Am. J.* 95: 258-234