

COMPORTAMENTO DO SORGO GRANÍFERO, *SORGHUM BICOLOR* (L) MOENCH, NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL: I. PRODUÇÃO DE GRÃOS DE DEZ VARIEDADES EM SEIS MICRO-REGIÕES HOMOGÊNEAS *

CLAIRTON MARTINS DO CARMO **

RAIMUNDO DE PONTES NUNES **

FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE ***

O sorgo é cultura tradicional da China, Índia, Etiópia e de quase todos os demais países africanos. Muitas outras nações do mundo o cultivam em áreas consideradas impróprias para a cultura do milho, como é o caso dos Estados Unidos (o maior produtor mundial), México e Argentina. No Brasil, em que pese sua introdução historicamente muito antiga(2), o sorgo não adquiriu importância como cultura senão recentemente, graças ao interesse do governo em difundir e fomentar o seu plantio, utilizando, à semelhança de outros países, regiões que, seja pela inconstância do clima e/ou pobreza do solo, são consideradas inadequadas para a cultura do milho. O Estado do Ceará, localizado no Polígono das Secas, no Nordeste do Brasil, possui um regime pluviométrico extremamente variável, sendo que, freqüentemente, a falta absoluta de chuvas (secas) ou sua escassez prolongada (estiagem) determina grandes prejuízos às culturas em geral e, particularmente, à do milho.

O Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em convênio com o Banco do Nordeste do Brasil e a Fundação Ford, programou uma série de pesquisas com os sorgos granífero e forrageiro, com início a partir de 1975. Referida série de experimentos visa, dentre outros objetivos, o desenvolvimento de uma tecnologia de produção do sorgo para as condições dominantes em algumas micro-regiões homogêneas do Estado do Ceará, em que a pluviosidade, freqüentemente baixa ou de irregular distribuição, é fator limitante da produção. Sendo uma espécie altamente resistente à seca, espera-se que o sorgo possa se constituir em uma alternativa economicamente viável para substituir a cultura do milho e de outros cereais suscetíveis às estiagens.

Neste artigo, estuda-se o comportamento do sorgo quanto à produção de sementes por parte de 10 variedades cultivadas em 6 micro-regiões homogêneas do Estado do Ceará, Brasil, integrando-se tal investigação no programa acima aludido.

MATERIAL E MÉTODO

Foram usadas 10 variedades de sorgo de diversas origens que, em ensaios preliminares, se mostraram potencialmente boas. Para maior simplicidade elas foram designadas por letras e estão identificadas na Tabela 1.

* Trabalho realizado em decorrência do Convênio BNB/UFC/Fundação Ford — Programa Trienal de Difusão da Cultura do Sorgo.

** Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil — Bolsistas do CNPq.

*** Professor do Centro de Ciências Agrárias da UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

TABELA 1

Listagem, Identificação e Origem das Variedades de Sorgo Granífero Usadas nos Experimentos de Competição de Variedades, no Ano de 1975, no Estado do Ceará, Brasil.

VARIEDADES	O R I G E M			
	N.º C.C.A.	N.º PURDUE	N.º IS	OUTROS
A	003	932006	2740	
B	007	932027		22060-1
C	040	932181		22078-1
D	201	932002	9826	
E	206	932016	8236	
F	955			SERENA (1)
G	1903			C-2201 (2)
H	1905			P-8311 (3)
I	1912			P-8202 (3)
J	1913			P-8417 (3)

(1) Originário de Uganda; (2) Contibrasil; (3) Pioneer.

Em todos os experimentos o milho foi incluído como testemunha "extra", não incluída nas análises estatísticas.

Usou-se um delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições, parcelas de três fileiras de 6,00 m de comprimento espaçadas de 0,75 m, sendo a densidade de 10 plantas por metro linear. A colheita foi procedida somente na fileira central de cada parcela, equivalente a uma área útil de 4,50 m² por parcela.

Toda a área experimental foi fertilizada com NPK, à razão de 90-60-50 kg/ha. Fósforo e potássio, bem assim 1/3 do nitrogênio, foram aplicados por ocasião do plantio. O restante do nitrogênio foi aplicado 45 dias depois. A produção de grãos foi expressa inicialmente em kg/parcela e, posteriormente, convertida em kg/ha.

Procedeu-se à análise da variância considerando-se, inicialmente, os experimentos individuais. Em seguida, os experimentos foram agrupados efetuando-se, então, a análise dos grupos de experimentos (locais) segundo as recomendações de BOX(1), PIMENTEL GOMES(4) e COCHRAN & COX(3).

No agrupamento, os experimentos cujas relações de grandeza entre as respectivas variâncias residuais não excederam a 5 foram reunidos em um mesmo grupo. Tal critério é mais elástico do que o de uma relação de 3 a 4

vezes, recomendada pelos autores acima mencionados.

O modelo adotado ($x_{ij} = u + t_i + t_j + u_{ij} + e_{ij}$) implica em que o resíduo médio seja utilizado para testar a interação Variedade x Local e que esta seja usada como denominador dos testes para Variedades e Locais.

As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, preferido no caso presente (comparação de 10 médias), por oferecer maior proteção no que respeita à declaração de diferenças significativas quando a verdadeira diferença é nula. Todos os contrastes foram testados ao nível de probabilidade de 5%.

Os experimentos foram conduzidos no ano de 1975, em 7 localidades representando 6 diferentes micro-regiões homogêneas do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, cujas principais características ecológicas são apresentadas na Tabela 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância dos experimentos individuais (nos diversos locais) é apresentado na Tabela 3. Observou-se significância para variedades ao nível de 1% nas localidades de Crateús e Irauçuba e ao nível de 5% na localidade de Antônio Diogo. Em Cas-

TABELA 2

Locais, Datas de Plantio, Número e Nome da Micro-Região Homogênea (MRH) de Localização dos Experimentos e Respectivas Características Pluviométricas e de Solo. Ceará, Brasil, 1975.

Local e data de plantio	MRH	Características Pluviométricas (mm)		SOLO (3)	
		Meses	Precipitação (1)		Normal Pluviométrica (2)
Antônio Diogo (23-4-75)	X: Serra de Baturité	3	62.0	264	Podzólico vermelho amarelo equiv. Eutrófico.
		4	208.8	262	
		5	218.1	189	
		6	85.3	97	
Cascavel (11-3-75)	V: Litoral de Pacajus	3	—	307	Arenoquartzosos profundos (não hidromórficos).
		4	—	277	
		5	—	158	
		6	—	61	
Crateús (09-4-75)	XII: Sertões de Crateús	3	341.0	177	Planasol
		4	160.8	146	
		5	209.0	55	
		6	59.0	16	
Irauçuba (08-4-75)	III: Uruburetama	3	—	234	Solos litólicos
		4	—	223	
		5	—	121	
		6	—	50	
Milagres (02-4-75)	XXI: Sertões do Cariri	3	271.8	206	Vertisol
		4	96.0	140	
		5	46.4	52	
		6	72.6	23	
Pentecoste (15-4-75)	III: Uruburetama	3	152.8	234	Bruno não cálcico
		4	200.9	223	
		5	191.3	121	
		6	28.0	50	
Russas (13-3-75)	VI: Baixo Jaguaribe	3	280.0	195	Podzólico vermelho amarelo
		4	155.0	178	
		5	416.4 (?)	99	
		6	118.2	40	

- (1) Dados relativos ao período plantio-colheita, específicos a cada experimento (local): 3 - março; 4 - abril; 5 - maio; 6 - junho.
 (2) Média de 30 anos ou mais.
 (3) Fonte: Ministério da Agricultura — DNPA; Mapa Exploratório; Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará — 1972.

cavel, Milagres, Pentecoste e Russas não houve significância.

As produções médias são apresentadas na Tabela 4. Em Crateús, a comparação das médias das 10 variedades revelou que elas podem ser reunidas em dois grupos distintos. As variedades J, H e I foram igualmente produtivas podendo ser consideradas superiores a todas as outras embora I não se

tenha revelado estatisticamente superior a G (provavelmente devido ao excessivo rigor característico do Teste de Tukey). Distingões de menor importância puderam ser observadas, como é o caso da variedade G (estatisticamente superior à variedade D. O Diagrama 1 sumariza os resultados da aplicação do Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

TABELA 3

Análise da Variância da Produção de Grãos de Sorgo e Coeficientes de Variação de Experimentos Conduzidos em 7 Locais Representando 6 Micro-Regiões Homogêneas do Estado do Ceará, Brasil, 1975.

Causa de Variação	Graus de Liberdade	VARIÂNCIAS						
		Antônio Diogo	Cascavel	Crateús	Irauçuba	Milagres	Pentecoste	Russas
Variáveis	9	1.029.028,4 *	223.088,4	3.236.739,2 **	1.601.728,4 **	1.207.263,0	1.626.567,1	740.312,3
Blocos	3	2.633.563,1 **	225.682,2	99.809,2	3.684.892,9 **	1.020.026,7	1.680.966,2	7.191.710,6 **
Resíduos	27	339.314,4	166.525,1	189.351,9	480.872,6	799.483,8	874.957,9	762.378,5
C.V. (%)	—	16	18	11	23	20	40	36

* F — Teste significante a 5% ** F — Teste significante a 1%

TABELA 4

Produções Médias de Grãos (ton/ha) Relativas a 10 Variedades de Sorgo e uma Variedade de Milho como Testemunha "Extra", em 7 Locais do Estado do Ceará, Brasil, 1975.

VARIE-DADES	GRUPO I					GRUPO II				
	Crateús	Cascavel	MÉDIA	Irauçuba	Milagres	Pentecoste	Russas	A. Diogo	MÉDIA	
A	3,348	1,994	2,671	2,727	4,544	2,522	1,694	3,158	2,929	
B	3,461	1,825	2,643	2,988	4,458	3,119	2,424	3,269	3,252	
C	3,564	2,019	1,783	2,502	3,680	2,827	2,408	3,161	2,916	
D	3,517	2,217	2,367	2,391	4,322	1,922	2,066	3,397	2,820	
E	3,608	2,480	3,044	1,950	3,519	3,030	2,633	3,155	2,857	
F	3,344	2,505	2,925	3,125	4,347	2,443	2,537	3,653	3,221	
G	3,794	2,294	3,044	3,858	5,027	2,664	2,266	3,391	3,441	
H	5,041	2,499	3,770	3,522	5,062	1,561	2,302	3,794	3,248	
I	4,952	2,265	3,609	3,713	4,894	1,355	2,547	4,835	3,459	
J	5,254	2,388	3,821	3,533	5,024	1,672	3,369	3,622	3,444	
MÉDIA	3,888	2,249	2,968	3,031	4,488	2,312	2,425	3,544	3,160	
MILHO	1,997	0,477	1,237	1,538	2,166	0,708	0,180	1,394	1,197	

Diagrama 1: J H I G E C B A F D

Em Irauçuba a variedade E se mostrou estatisticamente inferior a todas as outras que, por sua vez, se mostraram estatisticamente indistinguíveis entre si, como mostra o Diagrama 2.

Diagrama 2: G I J H F B A C D E

Em Antônio Diogo, à semelhança do observado em Crateús e Irauçuba, também se verificou uma tendência à formação de grupos de produtividade, com as variedades I, H, F, J e D formando o grupo das mais produtivas e G, B, C, A e E o das menos produtivas. Esta distinção, todavia, não é bastante nítida. As variedades H, F, J e D, embora possam ser consideradas como pertencentes ao grupo mais produtivo, não se distinguem estatisticamente daquelas que podem ser consideradas como pertencentes ao grupo menos produtivo.

Um teste menos conservador provavelmente permitiria estabelecer outras diferenças como significativas. Rigorosamente, porém, pode-se admitir que, das variedades do grupo mais produtivo, somente I se distingue estatistica-

mente de todas as consideradas do grupo menos produtivo, como mostra o Diagrama 3.

Diagrama 3: I H F J D G B C A E

Não se contrastaram médias de variedades nos experimentos em que a análise da variância revelou valor não significativo de "F". Nestes casos admitiu-se comportamento idêntico para todas as variedades.

A Tabela 5 apresenta a análise da variância dos experimentos reunidos. O Grupo I reuniu os experimentos de Cascavel e Crateús. Não houve significância para variedades. Constatou-se, porém, significância ao nível de 1% de probabilidade para Localidades e para a interação Variedades x Localidades. Não se observaram, portanto, efeitos gerais de variedades indicados de que algumas pudessem ser recomendadas para ambas as localidades. Realmente, a Tabela 4 (colunas 2 e 3) mostra que o comportamento das variedades não foi o mesmo em ambos os lados, o que explica a significância observada para a interação Variedades x Localidades. Por outro lado, todas as variedades, sem exceção, produziram mais em Crateús do que em

TABELA 5

Análise da Variância dos Experimentos Reunidos em Dois Grupos de Acordo com as Magnitudes Relativas das Variâncias Residuais Observadas nos Experimentos Individuais: Grupo I — Cascavel e Crateús; Grupo II — Antônio Diogo, Irauçuba, Milagres, Pentecoste e Russas

CAUSAS DE VARIÇÃO	GRUPO I		GRUPO II	
	G.L.	VARIANCIA	G.L.	VARIANCIA
Variedades	9	2.054.895,6	9	1.516.647,3
Localidades	1	54.030.062,9 **	4	32.956.292,5 **
Var. x Loc.	9	1.404.931,9 **	36	1.358.625,0 **
Resíduo Médio	54	175.938,5	135	651.441,5

C.V. = 14%

C.V. = 25%

** F — Teste significante ao nível de 1%.

Cascavel, o que explica o valor significativo para localidades. A diferença mínima significativa de qualquer das variedades entre qualquer par de locais do Grupo I é

$$\Delta(0,05)=4,61 (419,45/\sqrt{4})=966,83 \text{ t/ha.}$$

Somente a variedade D mostrou estabilidade de produção com relação a localidades. Todas as demais foram significativamente superiores em Crateús.

O Grupo II reuniu os experimentos de Antônio Diogo, Irauçuba, Milagres, Pentecoste e Russas. À semelhança do Grupo I, também não se observou significância para variedades, enquanto valores altamente significativos foram observados para Localidades e para interação Variedades x Localidades. A este respeito, a discussão dos resultados do Grupo I é válida, também, no presente caso.

Para testar a diferença de produção de qualquer das variedades em qualquer par de localidades do Grupo II, a diferença mínima significativa é

$$\Delta(0,05)=5,01 (807,12 / \sqrt{4}) = 2021,84.$$

Pode-se verificar que são muitos os casos de variedades que apresentaram comportamento estatisticamente diferente ao mudarem de local.

O exame da Tabela 2 indica que não houve escassez de chuvas durante o ciclo cultural, de vez que as precipitações registradas não parecem diferir das normais pluviométricas. Não existem dados de precipitação para Cascavel e Irauçuba. No entanto, sabe-se, com certeza, que também nos referidos locais não houve irregularidades ou falta de chuvas. Temperatura não foi fator limitante da produção em nenhuma das localidades. Assim, resta, dentre os fatores do meio, a diferença de solos como possível explicação para o comportamento diferencial das variedades quando cultivadas em locais diferentes.

Na Tabela 4 são também apresentadas as produções médias do milho. Verificou-se que em todos os locais o sorgo produziu mais que o milho.

Os coeficientes de variação nas localidades de Pentecoste e Russas (40 e 30%) estão excessivamente altos.

Nos demais locais os coeficientes de variação estão dentro dos limites indicados, pela experiência, como aceitáveis.

CONCLUSÕES

Quando analisados individualmente, os experimentos de Crateús e Irauçuba indicaram valores altamente significativos para Variedades. Em Antônio Diogo, obteve-se valor significativo, enquanto em Milagres, Pentecoste e Russas não foram significativos. O comportamento das variedades quanto à produção de grãos variou de local para local, sendo que as variedades H, I e J estão sempre entre as primeiras colocadas.

A análise conjunta não revelou significância para Variedades em ambos os grupos formados. Todavia, foram observados valores altamente significativos para Localidades e para a interação Variedades x Localidades, sugerindo que as variedades estudadas, na sua maioria, são sensíveis às mudanças de meio.

SUMMARY

Ten varieties of grain sorghum of diverse origins were tested for grain yield in a randomized complete block design with four replications at 7 locations, representing 6 ecologically different micro-regions of the State of Ceará, Northeast of Brazil. Analysis of individual experiments indicated highly significant F — values for varieties at some locations as well as significant and non significant F — values at others. Varieties H, I and J were always among the best yielding, at all locations.

When group analysis were performed no significant F — value was ob-

served for varieties, while highly significant F — values were found for the Variety x Location interaction. This finding and the observation of the means on Table 4 suggest that most of the varieties were highly sensitive to changes in location. Because rainfall and temperature were very similar at all locations it appears that soil properties were the main responsible for the observed differences.

Corn was included in all experiments but not in the statistical analysis. A visual comparison, however, between sorghum and corn showed that sorghum was 2 up to 13 times more productive, accordingly to specific locations, than corn. This suggests that sorghum could become a successful crop alternative for corn at these marginal areas.

LITERATURA CITADA

1. BOX, G.E.P. 1954. Some Theorems on Quadratic Forms Applied in the Study of Analysis of Variance Problems. I Ann. Math. Stat. 25: 290-302.
2. BRAGA, RENATO. 1960. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará, Imprensa Oficial, 2.^a edição. Fortaleza, Ceará, 540 pp.
3. COCHRAN, W.G. & GERTRUDE M, COX. 1957. Experimental Designs, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, N. Y., 611 p.
4. PIMENTEL GOMES, F. 1963. Curso de Estatística Experimental, 2.^a edição. Piracicaba, São Paulo, 383 pp.