

ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO EM SORGO FORRAGEIRO, *SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH *

JOSÉ FERREIRA ALVES **
CLAIRTON MARTINS DO CARMO **
PEDRO HENRIQUE F. DE PAULA **

RÊSUMO

Quatro cultivares (EA-401, EA-116, EA-946 e EA-952) e três híbridos (EA-1901, EA-1906 e EA-1907) de sorgo forrageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, e a cultivar Azteca de milho, *Zea mays* L., foram avaliados, quanto à estabilidade fenotípica, em treze ambientes naturais do Estado do Ceará, Brasil, nos anos de 1975 e 1976. Conforme o método de análise posto em prática, concluiu-se que: os ambientes influenciaram a produção de massa e a capacidade adaptativa das cultivares e híbridos de sorgo e do milho Azteca; a cultivar EA-401 apresentou a maior estabilidade, muito embora a sua produção de massa verde seja inferior a da cultivar EA-116, com menor capacidade adaptativa; o híbrido EA-1906 foi o mais estável, tendo os híbridos EA-1901 e EA-1907 revelado pouca capacidade adaptativa; as cultivares e híbridos de sorgo são mais estáveis que a cultivar de milho Azteca (testemunha), a qual apresentou pequena capacidade adaptativa aos diversos ambientes, ainda que a sua produção superasse a das cultivares EA-949 e EA-952 e se situasse próxima à média geral.

Termos para Indexação: Melhoramento do Sorgo, Adaptação, Cultivares, Índice Ambiental.

* Trabalho realizado em decorrência do Convênio BNB/FCPC/UFC — Programa de Pesquisa com a Cultura do Sorgo.

** Professores Adjuntos, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, C. Postal 3038, 60.000 — Fortaleza, Ceará.

SUMMARY

YIELD STABILITY IN FORAGE SORGHUM, *SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH

Four cultivars (EA-401, EA-116, EA-946 and EA-952) and hybrids (EA-1901, EA-1906 and EA-1907) of forage sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, and the corn cultivar Azteca, *Zea mays* L., were evaluated for phenotypic stability, in thirteen different environments of Ceará State — Brazil, during the years of 1975 and 1976. The analysis showed that: the environment exerted high influence on green weight production and adaptation capacity of all hybrids and cultivars of both species; the sorghum cultivar EA-401 presented the highest phenotypic stability though its green weight production was lower than the presented by sorghum cultivar EA-116, which showed the lowest adaptation capacity in all environments tested; the hybrids sorghum EA-1906 was the most stable, while the hybrids EA-1901 and EA-1907 presented lower adaptation capacity; both the hybrids and cultivars of sorghum were more stable than the corn

cultivar, used as the control in these experiments; the corn cultivar showed the lowest adaptation capacity to the environment, though it had presented higher yields than those presented by sorghum cultivars EA-949 and EA-952.

INTRODUÇÃO

A avaliação de cultivares, em testes repetidos no tempo e no espaço, constitui um passo importante durante todo o trabalho de melhoramento genético. Tal procedimento permite a obtenção de informações sobre uma ampla gama de ambientes nos quais as cultivares vão ser distribuídas. Como as interações estão normalmente presentes neste tipo de experimentação, elas dificultam, sensivelmente, a demonstração de diferenças significativas entre as cultivares. Interações significativas de cultivares com os ambientes sugerem a necessidade de se dividir a área de melhoramento em subáreas, onde certas cultivares mostrariam melhor comportamento (EBERHART & RUSSEL²). Entretanto, este procedimento, além de envolver um grande dispêndio de recursos humanos, material genético e financeiro, necessitaria que extensas áreas fossem subdivididas para o desenvolvimento de um programa de melhoramento dentro de cada subdivisão. Contudo, a maioria dos pesquisadores sugere o uso de materiais que revelem um alto grau de estabilidade de comportamento, numa ampla faixa de ambientes, como o método mais racional para diminuir a interação do genótipo com o ambiente.

A estabilidade de produção de uma cultura, quer os ambientes sejam favoráveis ou desfavoráveis, é de grande utilidade para os pequenos e médios produtores que, não dispondo de recursos financeiros para a adoção de uma tecnologia mais adequada, podem utilizar, contudo, cultivares pouco sensíveis às mudanças do ambiente.

Para avaliar a estabilidade de produção de uma cultura, EBERHART & RUSSEL² desenvolveram um método

baseado na técnica da regressão. Os referidos autores mostraram que o coeficiente de regressão e os desvios da regressão de uma dada cultivar são os parâmetros apropriados para medir a estabilidade de produção dessa cultivar. A técnica então sugerida foi usada posteriormente por JOPPA et alii 5, JOWETT 6, FANTUNLA & FREY 4, BILBRO & RAY 1, FARIS et alii 3, PATANOTHAI & ATKINS 7 e SANTANA et alii 8, no estudo da estabilidade de produção de diversas culturas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a adaptação e estabilidade de algumas cultivares e híbridos de sorgo forrageiro nas condições climáticas de diversos municípios do Estado do Ceará, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os tratamentos testados (Tabela 1), em 1975 e 1976, incluem 4 cultivares e 3 híbridos de sorgo forrageiro e a cultivar Azteca de milho (testemunha).

Cada experimento constou de 8 tratamentos (7 de sorgo forrageiro e 1 de milho Azteca), num delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições. As parcelas foram representadas por 3 linhas de 6,0m de comprimento, com 20 plantas por metro. O espaçamento entre linhas foi de 0,75m. Para avaliar a produção de cada cultivar ou híbrido de sorgo, colheu-se a linha central de cada parcela. Os tratamentos estudados foram plantados em 13 municípios do Estado do Ceará: Redenção, Irauçuba, Crateús, Russas, Milagres, Pentecoste, Quixadá, Quixeramobim e Cascavel, no ano de 1975, e, em 1976, Russas, Irauçuba, Redenção e Maranguape. Nos sete experimentos de 1976, quatro foram adubados com NPK (90-60-60) e os outros três não receberam qualquer fertilizante.

A apreciação do comportamento das cultivares e híbridos de sorgo e da cultivar de milho, nos diversos ambientes, constou de uma análise de variância conjunta em cada ano. Na análise conjunta, foram reunidos os experimentos que

TABELA 1

Produção Média (t/ha) e Parâmetros de Estabilidade de Cultivares e Híbridos de Sorgo e do Milho Azteca. Ceará, Brasil.

Cultivares e Híbridos de Sorgo e Milho	Produção (t/ha)	% T	Parâmetros de Estabilidade	
			b	s_d^2
Cultivar EA - 116	17,13*	118	1,27+	3,99
Cultivar EA - 401	15,80	108	1,08	0,96
Cultivar EA - 949	12,11*	83	0,93	4,19
Cultivar EA - 952	12,90	88	0,77+	5,46*
Híbrido EA - 1901	14,89	101	1,00	6,53*
Híbrido EA - 1906	15,34	105	1,11	3,15
Híbrido EA - 1907	14,81	101	1,08	7,24*
Milho Azteca	14,16	100	0,86	18,73*
Média	14,67		1,00	
L.S.D. (0,05)	2,00			

*Produção significativamente maior ou menor que a do milho (testemunha)

+ Coeficiente de regressão significativamente diferente de 1,0 ao nível de 5%.

apresentavam as mesmas condições experimentais. Os parâmetros de estabilidade foram estudados de acordo com a técnica recomendada por EBERHART & RUSSEL 2. Os referidos autores definiram como estável a cultivar que apresentasse alta produção média, um coeficiente de regressão (b) próximo de 1,0 e um desvio da regressão ($s_d^2 = 0$) próximo de zero.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 1975, a precipitação pluviométrica foi normal, enquanto que, em 1976, a distribuição das chuvas foi errática e situou-se abaixo da normal. As produções variaram de local para local e, de ano para ano, foram influenciadas principalmente pela distribuição das chuvas. A produção de massa verde dos híbridos e cultivares de sorgo e milho variou de 34,95 a 1,53 t/ha. Esta amplitude de variação, apresentada na produção, reflete a ação exercida pelo ambiente no comportamento dos genótipos explorados.

Na Tabela 1 são apresentadas as produções médias das cultivares e híbridos de sorgo e da cultivar de milho azteca, além dos parâmetros de estabilidade.

Pelo exame da referida Tabela, evidencia-se que, de um modo geral, houve superioridade do sorgo sobre o milho. A superioridade da cultivar EA-116 foi evidente, uma vez que ela apresentou produção significativamente maior que a do milho (testemunha). A cultivar EA-949, quando comparada com o milho, revelou produção significativamente menor. Por outro lado, a EA-116 mostrou, também, superioridade em relação às demais cultivares e híbridos de sorgo, visto que a produção da referida cultivar, quando comparada com as das cultivares EA-949 e EA-952 e a dos híbridos EA-1901 e EA-1907, diferiu significativamente. Além do mais, as produções da cultivar EA-401 e do híbrido EA-1906 foram significativamente superiores às apresentadas pelas cultivares EA-949 e EA-952.

A análise de variância conjunta, para os dados de produção de massa verde (Tabela 2), mostra que a maior proporção da variação total do Ambiente e Tratamentos x Ambientes foi atribuída às diferenças entre Ambientes (linear). O desvio da regressão (pooled deviation), testado pelo quadrado médio do erro combinado (pooled error), também diferiu significativamente. Este resultado indica, todavia, a existência de um certo

grau de não linearidade entre tratamentos/ambientes. Em razão disso, pode-se dizer que, para alguns híbridos e cultivares de sorgo, não há mudança nas suas performances com a variação do ambiente. Contudo, a interação Tratamentos x Ambientes (linear), ao ser testada pelo desvio da regressão, revelou proporção altamente significativa da variância Tratamentos x Ambientes. Por conseguinte, ainda que o modelo linear tenha retido considerável valor para predição dos tratamentos estudados, ele não se mostrou satisfatório, visto que uma quantidade significativa da variação daquela interação permaneceu incontrolável.

Os coeficientes de regressão apresentados na Tabela 1 variaram de 0,77 a 1,27. As cultivares EA-116 e EA-401 e os híbridos EA-1906 e EA-1907 apresentaram coeficientes de regressão maiores que 1,0, enquanto coeficientes de regressão menores que 1,0 foram encontrados

para os demais híbridos e cultivares estudados. A produção média das cultivares e híbridos de sorgo e milho foi positiva e significativamente correlacionada com os coeficientes de regressão ($r = 0,86^{**}$). Quando se considerou apenas as cultivares e os híbridos mais produtivos, o coeficiente de correlação (r), entre os valores médios de produção e os coeficientes de regressão, foi da ordem de 0,92. Isto mostra que as cultivares e híbridos de sorgo mais produtivos também são os mais sensíveis às variações do ambiente.

Os valores médios constantes da Tabela 1 mostram, também, que as cultivares e híbridos de sorgo, em comparação ao milho Azteca, apresentam os menores quadrados médios para os desvios de regressão. Isto significa que a cultivar de milho é extremamente sensível às variações do ambiente, o que lhe confere características de instabilidade em ambientes desfavoráveis.

TABELA 2

Análise de Variância da Produção de Massa Verde (t/ha) de Cultivares e Híbridos de Sorgo Forrageiro e do Milho Azteca. Ceará, Brasil.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.
Tratamentos	7	42,74 **
Ambientes + Tratamentos X Ambientes	(120)	69,11 **
Ambientes (Linear)	1	7.250,97**
Tratamentos x Ambientes (linear)	7	48,47 **
Desvios de Regressão (Pooled)	112	6,28 **
Cultivar EA - 116	14	3,99
Cultivar EA - 401	14	0,96
Cultivar EA - 949	14	4,19
Cultivar EA - 952	14	5,56 *
Híbrido EA - 1901	14	6,53 *
Híbrido EA - 1906	14	3,15
Híbrido EA - 1907	14	7,24 *
Milho Azteca	14	18,73 **
Erro Combinado	336	2,08

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Em observância às condições em que a pesquisa foi conduzida conclui-se que:

- Os ambientes têm influência na produção de massa verde e na capacidade adaptativa das cultivares e híbridos de sorgo e do milho Azteca;

- A cultivar EA-401 apresenta a maior estabilidade, apesar de sua produção de massa verde ser menor que a da cultivar EA-116, com menor capacidade adaptativa em todos os ambientes;

- O híbrido EA-1906 é o mais estável, tendo os híbridos EA-1901 e EA-1907 pouca capacidade adaptativa, e

- As cultivares e híbridos de sorgo são mais estáveis que a cultivar de milho (testemunha), a qual possui pequena capacidade adaptativa aos diversos ambientes, muito embora a sua produção supere a das cultivares EA-949 e EA-952 e se situe próxima à média geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BILBRO, J. D. & RAY, L. L. Environmental Stability and Adaptation of Several Cotton Cultivars. *Crop. Science*, 16: 821-824. 1976.
2. EBERHART, S. A. & RUSSEL, W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6: 36-40. 1966.
3. FARIS, M. A.; ARAÚJO, M. R. A. & LIRA, M. de A. Yield Stability of Forage Sorghum in Northeastern Brazil. *Crop Science*, 2: 132-134. 1981.
4. FATUNLA, T. & FREY, K. J. Stability Indexes of Radiated and Nonradiated Oat Genotypes Propagated in Bulk Populations. *Crop Science*, 14: 719-724. 1974.
5. JOPPA, L. R.; LEBSOCK, K. L. & BUSH, R. H. Yield Stability of Selected Spring Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L. em Thell) in the Uniform Regional Nurseries, 1959 to 1968. *Crop Science*, 11: 238-241. 1971.
6. JOWETT, D. Yield Stability Parameters for Sorghum in East Africa. *Crop Science*, 12: 314-316. 1977.
7. PATANOTHAI, A. & ATKINS, R. E. Yield Stability of Single Crosses and Three-way Hybrids of Grain Sorghum. *Crop Science*, 14: 287-290. 1974.
8. SANTANA, J. C. F. de; CAVALCANTI, F. B. & SANTOS, E. O. dos Parâmetros de Estabilidade na Comparação de Cultivares de Algodoeiro Herbáceo. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 18 (3): 261-267, março 1983.