

ADAPTABILIDADE DE CULTIVARES DE SORGO GRANÍFERO A SOLOS SALINOS DA MICRORREGIÃO SALINEIRA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE¹

MÁRIO BEZERRA FERNANDES², JADILSON RUBENS DE CASTRO³, BOANERGES FREIRE DE AQUINO⁴, VERA LÚCIA BAIMA FERNANDES⁵, JOSÉ SOLON ALVES⁶ e FRANCISCO CÉSAR DE GÓIS⁷

RESUMO - Cinco cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), selecionadas a partir de um trabalho de introdução e seleção, foram estudadas do ponto de vista da viabilidade agroeconômica, em ambiente salino, no período 1985/1987. Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas cultivares IPA 0007, IPA 0073, IPA 1011, IPA 1131 e EA 116. As análises de estabilidade e adaptabilidade realizadas com relação às características peso total de sementes e peso de mil sementes mostraram haver algumas cultivares sensíveis ao ambiente salino e outras tolerantes aos efeitos da salinidade. As informações obtidas permitiram destacar as cultivares EA 116 e IPA 1011 como adaptadas para a produção de grãos nesse ambiente, enquanto as demais se mostraram, em variados graus, impróprias para cultivo em tais ambientes.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, viabilidade agroeconômica.

ADAPTABILITY OF GRAIN SORGHUM CULTIVARS FOR SALINE SOILS OF RIO GRANDE DO NORTE STATE, BRAZIL

ABSTRACT - Five grain sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) previously selected on a selection trial, were grown in saline soils in order to test their ability to produce in salt concentrated environments. The experiment was conducted for three years in a completely randomized block design with five treatments and three replications; the treatments represented the following cultivars: IPA 0007, IPA 0073, IPA 1011, IPA 1131 e EA 116. The stability and adaptability analysis, which included weights of both on thousand seeds and total seeds, revealed that some cultivars are salt tolerants and others are not. The salt tolerant cultivars were the EA 116 and IPA 1011 with high performance in grain yield; the other ones, in the face of the low performance in grain yield, could be considered as not appropriated to be grown in saline environments.

Index terms: *Sorghum bicolor*, salt, agro-economical viability.

INTRODUÇÃO

Quando se deseja identificar as potencialidades de determinada cultura, há a necessidade primordial de que o material genético em questão seja avaliado em diversos ambientes. Todavia, nessa apreciação ocorrem, invariavelmente, dificuldades na identificação dos genótipos que mais se aproximariam do ideal estabelecido com vistas a um programa destinado ao aumento da produção de grãos em dada região. Essa dificuldade está na correspondência com os efeitos interativos existentes entre genótipos e ambientes, que conferem al-

¹ Aceito para publicação em 1º de julho de 1991
Trabalho realizado com suporte financeiro do Convênio ESAM/BID/CNPq.

² Eng. - Agr., M.Sc. em Estat. Exper., Prof. - Titular, Dep. de Fitot. da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Caixa Postal 137, CEP 59600 Mossoró, RN.

³ Eng. - Agr., M.Sc. em Fitot., Prof. - Titular, Dep. de Fitot. da ESAM.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D. em Agronomia, Prof. - Adjunto, Dep. de Ciências do Solo/UFC.

⁵ Enga. - Agr., M.Sc. em Solos, Profa. - Titular, Dep. de Ciências do Solo/UFC.

⁶ Eng. - Agr., M.Sc. em Solos, Prof. - Adjunto, Dep. de Solos e Geol. da ESAM.

⁷ Eng. - Agr., Dep. de Fitot. da ESAM.

to grau de instabilidade de produção, sendo os ambientes aqui representados pelos diversos locais dos ensaios e os diversos anos de cultivo.

Segundo Heinrich et al. (1983), na cultura do sorgo os mecanismos responsáveis pela estabilidade de produção se enquadram em quatro categorias gerais: a) heterogeneidade genética; b) componente de compensação de produção; c) tolerância ao estresse; e d) capacidade para recuperar-se do estresse presente na fase vegetativa. Para Webster (1972), a estabilidade de produção está condicionada à resistência ao sal e à capacidade de recuperação do estresse. Essas considerações concordam com os dados divulgados em documento da FAO (1979), em que se comprova o efeito do estresse sobre a produção da biomassa, especialmente quando ele ocorre na fase tipicamente vegetativa da cultura.

Numa abordagem genérica do problema da estabilidade de produção, Eberhart & Russel (1966) sugeriram a estratificação dos ambientes. Esse procedimento mostra-se inviável em virtude da grande demanda de recursos tanto em material genético como em pessoal. Para contornar estas dificuldades, Finlay & Wilkinson (1963) desenvolveram a técnica da análise da estabilidade, atualmente bastante em voga no estudo da produção vegetal, exequível e mais ampla.

François et al. (1984), trabalhando com sorgo granífero em solos salinizados, comprovaram: (1) redução na produção de grãos da ordem de 16% para cada unidade de aumento da CE acima de 6,8 ms/cm; (2) a redução na produção devem-se primariamente à redução no peso das panículas, em vez de no número de panículas; (3) o crescimento vegetativo foi menos afetado pela salinidade do que a produção de grãos, e (4) ficou indicado que o sorgo granífero é moderadamente tolerante à salinidade. Em estudo bastante interessante, Taylor et al. (1975), trabalhando com 48 cultivares de sorgo granífero, cultivadas em soluções nutritivas salinizadas, avaliando produção de massa verde, constataram diferenças significativas ($P < 0,01$) entre as cultivares, e

expressaram que, se estas diferenças forem hereditárias, estudos podem ser dirigidos no sentido de se obterem linhagens tolerantes ao sal através de cruzamento.

O presente estudo, conduzido em três locais da microrregião salineira do estado do Rio Grande do Norte, objetivou estudar a adaptabilidade de cultivares de sorgo granífero a solos com problemas de acumulação de sais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas cinco cultivares, a saber: IPA 0007, IPA 0073, IPA 1011, IPA 1131 e EA 116. Os ensaios foram instalados em solos salinizados da microrregião salineira norte-rio-grandense, durante os anos de 1985/86/87, assim especificados: Primeiro ensaio - localizado em área da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, em solo caracterizado como salino-sódico, às margens do rio Mossoró, no município de Mossoró (RN); segundo ensaio - localizado na fazenda Santa Rosa, em solo salino-alcálico, às margens do rio Apodi, à montante da chapada do mesmo nome, no município de Apodi (RN); terceiro ensaio - localizado na unidade experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), em solo salino-alcálico, às margens do rio Açú, no município de Ipanguaçu (RN). Cada experimento constou de cinco tratamentos e três repetições, distribuídos em blocos casualizados e com as seguintes características físicas: área total do ensaio, 1.895 m²; área da parcela experimental, 38,4 m² com forma retangular de 4,8 m x 8 m; espaçamento de 0,8 m entre as fileiras, perfazendo um total de seis fileiras por parcela com dez plantas por metro linear. A coleta dos dados foi realizada por amostragem, que consistiu no corte de 2 m² em cada uma das três fileiras sorteadas na parcela, de tal modo que essas subamostras ficassem localizadas na diagonal do retângulo experimental, conforme esquema proposto por Dyke & Oxon (1974). Os dados de produção de semente por hectare e de peso de mil sementes foram utilizados para verificar o comportamento das diversas cultivares. A análise de variância foi baseada no modelo: $x_{ij} = \bar{x} + g_i + a_j + (g_a)_{ij} + e_{ijk}$; onde: x_{ij} representa o rendimento médio da cultivar i ($i = 1, 2, \dots, 5$) no ambiente j ($j = 1, 2, \dots, 9$); \bar{x} é a média geral; g_i é o efeito da cultivar i ; a_j é o efeito do ambiente j ; $(g_a)_{ij}$ é o efeito da interação da cultivar i com o ambiente j ; e_{ijk} é o efeito do erro experimental médio.

O modelo de Finlay & Wilkinson (1963) é definido por: $y_{ij} = x_i + b_j I_j + d_{ij}$, onde y_{ij} é a média da cultivar i no ambiente j ; x_i é a média da cultivar i em todos os ambientes; b_j é o coeficiente de regressão que mede a resposta da cultivar i sobre a variação ambiental; d_{ij} é o desvio da regressão da cultivar i no ambiente j e I_j é o índice ambiental obtido a partir da diferença entre a média de todas as cultivares no ambiente j e a média geral. Neste modelo, "cultivar com valor de b próximo da unidade indica estabilidade média, que, quando associado à média alta do caráter em estudo, tem adaptabilidade geral, e quando associado à média baixa, é pobremente adaptada a todos os ambientes. Cultivares com $b > 1$ são mais sensíveis às trocas ambientais e apresentam adaptabilidade específica para ambientes favoráveis. Cultivares com $b < 1$ são pouco sensíveis às trocas ambientais e, portanto, apresentam adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados analisados são mostradas na Tabela 1, e as análises conjuntas estão na Tabela 2; as estimativas dos parâmetros estão nas Tabelas 3 e 4. Estas análises mostram que ocorreram diferenças entre as cultivares apenas em relação à característica peso de mil sementes ($P < 0,01$), e que o efeito ambiental (anos e locais) e o efeito de re-

gressão de genótipo sobre os ambientes foram altamente significativos ($P < 0,01$); isto para os dois parâmetros em apreço. A uniformidade em relação à característica peso total de sementes deveu-se à seleção realizada no primeiro ano de ensaio (1984), em que foram eliminadas as cultivares de produtividade inferior.

Considerando a característica peso total de semente, e com base na Tabela 3, é possível classificar as cultivares IPA 0007 e IPA 0073 como instáveis e adaptadas a bons ambientes, onde \bar{x}_i e \bar{x} são estimativas da média da cultivar i e da média geral respectivamente. A cultivar IPA 1011 comportou-se como estável e com adaptabilidade ampla, tendo em vista $b_i \cong 1$ e $\bar{x}_i > \bar{x}$. A cultivar IPA 1131 apresentou-se altamente estável mas não adaptada a todos os ambientes visto $b_i < 1$ e $\bar{x}_i < \bar{x}$. Por fim, a cultivar EA 116 apresentou a melhor performance, com alta estabilidade e ampla adaptabilidade, porquanto $b_i < 1$ e $\bar{x}_i > \bar{x}$. Esta cultivar, além deste excelente desempenho, possui dupla utilidade agrícola, podendo ser utilizada como granífera ou como forrageira, alternativamente.

Com relação à característica peso de mil sementes, é importante ressaltar que ela não se correlaciona com a produção, visto que, ao contrário do peso total, foi possível detectar

TABELA 1. Dados médios (três repetições) de peso total de sementes e peso de mil sementes de cinco cultivares de sorgo granífero, em três locais e em três anos, em kg/ha (em alto) e em grama (em baixo), respectivamente.

| Cultivares | Apodi | | | Mossoró | | | Ipanguaçu | | |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 85 | 86 | 87 | 85 | 86 | 87 | 85 | 86 | 87 |
| IPA 0007 | 3.817,3 33,7 | 443,3 35,0 | 724,3 34,0 | 5.714,0 32,0 | 3.608,0 34,7 | 686,0 25,3 | 3.473,3 42,7 | 3.438,0 38,0 | 1.229,0 30,0 |
| IPA 0073 | 2.816,3 31,3 | 375,7 31,7 | 1.424,0 20,7 | 6.175,0 36,7 | 3.437,7 31,7 | 1.114,3 34,7 | 5.009,0 33,7 | 2.563,0 31,0 | 1.963,3 31,1 |
| IPA 1011 | 4.662,3 25,0 | 624,7 27,7 | 2.130,0 30,3 | 3.921,3 29,7 | 4.333,7 28,0 | 1.141,3 27,0 | 2.874,7 31,1 | 2.042,0 32,0 | 3.596,0 31,7 |
| IPA 1131 | 4.448,0 37,0 | 1.521,3 37,0 | 1.372,7 35,3 | 2.124,0 39,6 | 2.500,3 38,0 | 941,0 38,0 | 3.732,1 38,0 | 1.542,0 37,3 | 1.872,0 38,6 |
| EA 116 | 4.958,0 33,7 | 1.310,0 32,0 | 2.319,3 28,3 | 4.179,0 36,7 | 3.708,7 37,0 | 982,3 35,3 | 4.623,0 35,3 | 2.500,0 36,0 | 3.154,0 31,3 |

TABELA 2. Análise de variância conjunta dos dados de peso total de sementes e peso de mil sementes, conforme método de Finlay & Wilkinson (1963).

| F. variação | G.L. | Peso total de sementes | | Peso de mil sementes | |
|---------------------|------|------------------------|---------|----------------------|--------|
| | | Q.M. | F | Q.M. | F |
| Genótipos (G) | 4 | 0,0446 | 1,66 | 0,0179 | 8,55** |
| Ambientes (A) | 8 | 0,3991 | 14,83** | 0,0045 | 2,13NS |
| Interação G x A | (32) | (0,0269) | 2,30** | 0,0021 | 6,25** |
| Regressões | 4 | 0,0608 | 5,20** | 0,0027 | 8,08** |
| Desvio de regressão | 28 | 0,0221 | 1,88 | 0,0020 | 5,98 |
| Erro ponderado | 72 | 0,0117 | | 0,0003 | |

** Significativo a 1%

NS - Não-significativo

TABELA 3. Estimativa dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de cinco cultivares de sorgo granífero em relação às variáveis^a peso total de sementes (em alto) e peso de mil sementes (em baixo), testados em relação aos valores médios, em nove ambientes, pelo método de Finlay & Wilkinson (1963).

| Cultivares | Média | b _i | R ² | y _i = a + bx |
|------------|----------|----------------|----------------|-------------------------|
| IPA 0007 | 3,2558** | 1,4475** | 0,89 | -1,5435 + 1,4475x |
| | 1,5210 | 1,5240 | 0,36 | -0,7886 + 1,5240x |
| IPA 0073 | 3,3002 | 1,3081** | 0,87 | -1,0363 + 1,3081x |
| | 1,4930** | 1,8460 | 0,51 | -1,3023 + 1,8460x |
| IPA 1011 | 3,3632* | 1,0136 | 0,86 | +0,0026 + 1,0136x |
| | 1,4550** | 0,5597 | 0,21 | -0,6075 + 0,5597x |
| IPA 1131 | 3,2477** | 0,6489* | 0,58 | +1,0962 + 0,6489x |
| | 1,5757** | 0,2543** | 0,24 | +1,1906 + 0,2543x |
| EA 116 | 3,4108** | 0,8574 | 0,88 | +0,5680 + 0,8574x |
| | 1,5265** | 1,1720 | 0,71 | -0,2482 + 1,1720x |
| | 3,3156 | 1,0000 | | |
| Média | 1,5142 | 1,0000 | | |

^a Os valores representam log (kg/ha) em alto e log (g) em baixo.

* Significativo a 5%.

** Significativo a 1%.

diferenças significativas entre as cultivares em relação a essa variável. Esse fato é amplamente relatado na literatura que identifica herdabilidades discrepantes para esses dois aspectos.

A partir da Tabela 3, pode-se classificar a cultivar IPA 0007 como estável e com adaptação média, haja visto que $b_i \cong 1$ e $\bar{x}_i = \bar{x}$.

TABELA 4. Síntese dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade relativa ao peso total de sementes e peso de mil sementes para as cinco cultivares de sorgo granífero em nove ambientes.

| Cultivares | Estabilidade | | Adaptabilidade | |
|------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| | Peso total sementes | Peso mil sementes | Peso total sementes | Peso mil sementes |
| IPA 0007 | Média | Baixa | Média | Específica ^b |
| IPA 0073 | Média | Baixa | Desadaptada | Específica ^b |
| IPA 1011 | Média | Média | Desadaptada | Ampla |
| IPA 1131 | Alta | Alta | Ampla | Não adaptada |
| EA 116 | Média | Média | Média | Ampla |

^b Ambientes de maiores produtividades.

As cultivares IPA 0073 e IPA 1011 apresentaram-se com estabilidade média, mas desadaptada a todos os ambientes, isto porque $b_i = 1$ e $\bar{x}_i < \bar{x}$. A cultivar IPA 1131 apresentou-se altamente estável e amplamente adaptada aos ambientes estudados, em consequência de $b_i < 1$ e $\bar{x}_i > \bar{x}$. Por fim, a cultivar EA 116 apresentou estabilidade média e adaptação ampla às condições ambientais em face de $b_i \cong 1$ e $\bar{x}_i > \bar{x}$.

A representação das cultivares nas Fig. 1 e 2 permite melhor visualização das diferenças existentes. As Fig. 3 e 4 dão uma imagem das potencialidades das cultivares, confrontadas entre si.

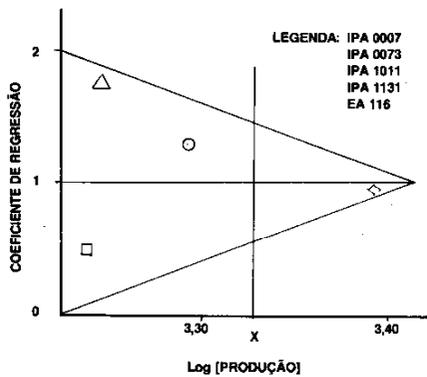


FIG. 1. Relação entre os coeficientes de regressão da adaptabilidade e as médias do peso total de sementes de 5 cultivares de sorgo granífero.

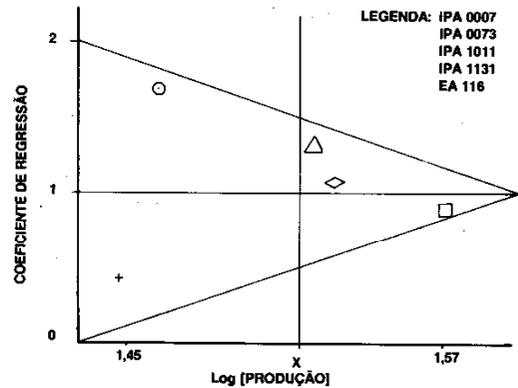


FIG. 2. Relação entre os coeficientes de regressão da adaptabilidade e as médias de peso de mil sementes de 5 cultivares de sorgo granífero.

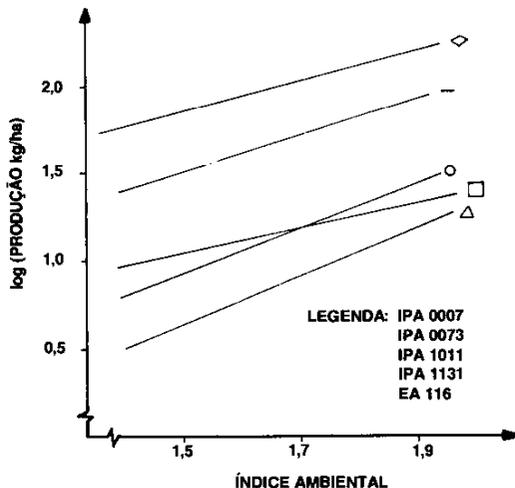


FIG. 3. Retas de regressão p/ peso total da semente (em Log.) das diversas cultivares em função do ambiente.

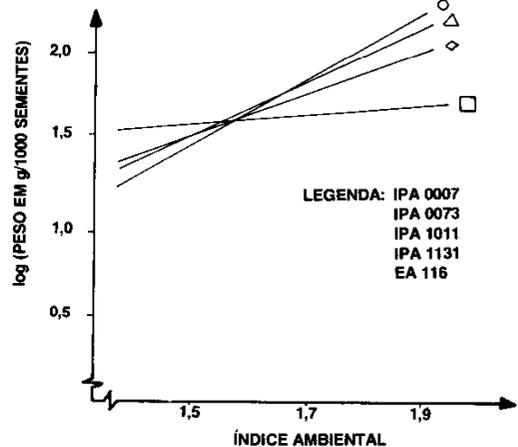


FIG. 4. Retas de regressão p/ peso mil sementes (em Log.) das diversas cultivares em função do ambiente.

CONCLUSÕES

1. Houve influência marcante do ambiente salino sobre o comportamento de algumas cultivares de sorgo granífero.

2. As cultivares de sorgo granífero que melhor se comportaram, em termos de produção

de sementes, foram as EA 116 e IPA 1011; e em peso de mil sementes, foram IPA 1131, EA 116 e IPA 0007.

3. A cultivar EA 116 apresentou-se altamente estável e com adaptação ampla.

4. A IPA 1011 foi estável e também adaptada amplamente. As demais cultivares carecem ou de estabilidade ou de adaptabilidade.

REFERÊNCIAS

- DYKE, G.V.; OXON, M.A. **Comparative experiments with field crops**. London: Butterworths, 1974. 211p.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.M. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, p.742-754, 1963.
- FAO. Yield response to water. In:_____ . **Irrigation and Drainage**. Rome, 1979. p.134-135. (Paper, 33).
- FRANÇOIS, L.E.; DONAVAN, T.; MAAS, E.V. Salinity effects on seed yield, growth, and germination of grain sorghum. **Agronomy Journal**, v.76, p.741-744, 1984.
- HEINRICH, G.M.; FRANCIS, C.A.; EASTIN, J.D. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. **Crop Science**, v.23, p.209-212, 1983.
- TAYLOR, R.M.; YOUNG JUNIOR, E.F.; RIVERA, R.L. Salt tolerance in cultivars of grain sorghum. **Crop Science**, v.15, p.734-735, 1975.
- WEBSTER, O.J. Breeding sorghums for the seventies. p.173-179. In: RAO, N.G.P.; HOUSE, L.R. (Eds.). **Sorghum in seventies**. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co., 1972.

