

## Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do Estado do Ceará<sup>1</sup>

### Adaptability and stability of grain sorghum genotypes in different environments of the State of Ceará

Júnior Régis Batista Cysne<sup>2\*</sup> e João Bosco Pitombeira<sup>3</sup>

**Resumo** - A adaptabilidade e a estabilidade de nove genótipos de sorgo granífero (DKB 860, DBK 57, 822, SHS 400, 741, AG 1018, BR 304, SAARA e 740) foram avaliadas em sete ambientes do Ceará, entre 2002 e 2004. Para avaliação desses genótipos utilizou-se o coeficiente de regressão linear ( $\beta$ ) como estimativa da adaptabilidade, e os quadrados médios dos desvios de regressão ( $\sigma^2$ ), como medida da estabilidade do comportamento produtivo, segundo o modelo proposto por Eberhart e Russel. Observou-se significância estatística ( $p < 0,01$ ) quanto aos efeitos de ambiente, de genótipos, e da interação genótipos x ambientes. Na metodologia de Eberhart e Russel DKB 57 apresentou todos os requisitos de um genótipo desejável, em que o ( $\beta = 1,25$  e  $R^2 = 96,44$ ) evidenciando que o genótipo aumenta seu rendimento de acordo com as melhorias das condições ambientais e apresenta um coeficiente de determinação elevado garantindo assim sua estabilidade. Usou-se também o método de Cruz para justificar e confirmar o efeito da interação genótipos x ambientes, de modo a permitir uma recomendação com mais segurança para o genótipo SHS 400 que apresentou uma média alta,  $B_1 < 1$  e  $b_1 + b_2 > 1$ , entre os materiais avaliados. Os genótipos AG 1018 e SAARA apresentaram boa produtividade, acima de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> e estabilidade sendo alternativas interessantes para recomendação para agricultores do estado do Ceará. Para os demais genótipos de acordo com o modelo estudado não foi observada uma estabilidade de produção para as condições climáticas do estado do Ceará.

**Palavras-chave** - *Sorghum bicolor*. Cultivar. Melhoramento genético.

**Abstract** - Adaptability and stability the grain sorghum genotypes (DKB 860, DBK 57, 822, SHS 400, 741, AG 1018, BR 304, SAARA and 740) were evaluated at seven environments of the state of Ceara, from 2002 to 2004. It was, used the linear regression coefficient ( $\beta$ ) as an estimate of adaptability, and the deviations mean squares from the regression ( $\sigma^2$ ), as a measure of stability of according with the model proposed by Eberhart and Russell. It was observed statistically significant ( $p < 0.01$ ) regarding the effects of environment, genotype, and genotype x environment interaction. The genotype DKB 57 has requirements of a desirable genotype, with ( $\beta = 1.25$  and  $R^2 = 96.44$ ) indicating that its grain yield increase with the improvement of the environmental conditions and has a high coefficient of determination thus ensuring its stability. It also used the method of Cruz to justify and confirm the effect of genotype x environment interaction in order to provide a recommendation with more security for the genotype SHS 400 that presented a high average,  $B_1 < 1$  and  $b_1 + b_2 > 1$ , among the materials evaluated. The yield stability of the genotypes AG 1018 and SAARA it is an interesting alternatives for recommendation to farmers of the state of Ceara. The yield stability of the other genotypes indicates that they are little adapt tied to the environmental conditions in the state of Ceara.

**Key words** - *Sorghum bicolor*. Cultivar. Breeding.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido em 24/08/2010; aprovado em 02/08/2011

Pesquisa financiada pela Universidade Federal do Ceará

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia/CCA/UFC, Caixa Postal 6012, Fortaleza-CE, Brasil, 60 455 970, junior.cysne@gmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia/CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, pitomba@ufc.br

## Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma planta com características xerófilas, que além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico e salinidade.

O sorgo é uma planta C4, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. (MAGALHÃES, 2003). Tabosa *et al.* (2002) ressaltam o cultivo de plantas xerófilas no semi-árido nordestino como meta fundamental para o aproveitamento dessa região, tendo em vista as adversidades climáticas da mesma. Considerando-se esse aspecto, e aquele relacionado aos diferentes sistemas de produção, prevalentes na região, infere-se que é de interesse o desenvolvimento de um programa de avaliação de variedades e híbridos de sorgo, com o objetivo de subsidiar os agricultores na escolha de materiais de melhor adaptação, e que sejam portadores de atributos agrônômicos desejáveis.

O cultivo do sorgo vem aumentando sua importância na região Nordeste, principalmente nas áreas com ocorrências frequentes de deficiência hídrica, devido às suas características de resistência a seca e substituto do milho na alimentação animal em rações balanceadas para bovinos, suínos e aves (PITOMBEIRA *et al.*, 2004).

O Ceará possui condições edafoclimáticas mais favoráveis ao cultivo do sorgo do que do milho. Entretanto, a área plantada com sorgo no Estado, em 2008, não ultrapassou 5.336 ha. Já a utilizada com milho atingiu 694.054 ha naquele ano (IBGE, 2010).

Um dos problemas que tem limitado a expansão do cultivo de sorgo no Estado, está relacionado com a falta de genótipos adaptados. Assim, para minimizar os efeitos da interação genótipos x ambientes e ter maior previsibilidade de comportamento, de forma eficiente e racional, é necessário identificar genótipos mais estáveis (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2009; VENDRUSCOLO *et al.*, 2001).

Um estudo que considere anos e locais é importante tanto para os agricultores quanto para as empresas de sementes. Interessa ao agricultor o material genético que exiba o mínimo de interação com os vários anos, de tal forma a minimizar os riscos da produção agrícola e garantir a sua receita (OLIVEIRA *et al.*, 2002). A existência de altas variabilidades nas produtividades implica na necessidade de desenvolvimento de cultivares específicas para determinadas regiões como o semi-árido (SCAPIM *et al.*, 1995).

Produtividade média elevada de grãos tem sido utilizada como critério para recomendação de cultivares, o que pode prejudicar ou beneficiar as cultivares com adaptação específica a determinados tipos de ambientes.

Considerando esses aspectos, Cruz e Carneiro (2003) e Carvalho *et al.*, (2005) ressaltam que pelo modelo matemático proposto, considerou-se como cultivar de melhor adaptação, aquela com produtividade média de grãos acima da média geral.

Existem mais métodos para avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos. De acordo com Cruz e Carneiro (2003) o método de Eberhart e Russell (1966) é o único viável com um número pequeno de ambientes, de três a sete, adequado à situação desse trabalho. Esta técnica tem sido rotineiramente utilizada no melhoramento, com vistas à identificação de genótipos a serem recomendados para uma região ou para áreas agrícolas específicas (CRUZ, 2006).

Objetivou-se através deste trabalho discriminar os genótipos de sorgo granífero mais estáveis e adaptados a diferentes ambientes do estado do Ceará, através da metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966) e Cruz e Carneiro (2003).

## Material e métodos

Os genótipos avaliados constam nos ensaios nacionais de sorgo granífero coordenadas pela Embrapa Milho e Sorgo que foram conduzidos em sete ambientes do estado do Ceará, municípios de Pentecoste (2002), Pacatuba (2002), Pentecoste (2003), Quixadá (2003), Morada Nova (2004), Pentecoste (2004) e Quixadá (2004), com vistas à adaptabilidade e estabilidade da produção de grãos. Aonde apenas os genótipos reincidentes em todos os anos foram utilizados neste trabalho.

Foram avaliados os híbridos DKB 860, DBK 57, 822, SHS 400, 741, AG 1018, BR 304, SAARA e 740, fornecidos pela Embrapa Milho e Sorgo. Os plantios foram feitos no mês de março, em condições de sequeiro. As adubações de plantio usadas foram baseadas nas análises de solo de cada local e as fontes dos nutrientes P e K, superfosfato simples e cloreto de potássio foram aplicados por ocasião do plantio enquanto que o N na forma de ureia foi aplicado 1/3 no plantio e os 2/3 restantes em cobertura, 30 a 35 dias após a emergência.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi construída por quatro fileiras de 5 m de comprimento e utilizou-se 70 cm de espaçamento entre linhas. Entre 10 a 15 dias após a emergência foi feito o desbaste, conservando 12 plantas por metro para que a população final ficasse em torno de 170.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As duas linhas laterais serviram de bordadura e as duas linhas centrais foram usadas para avaliações, descartados 0,5 m em cada extremidade, foram usadas nas avaliações da produção de grãos.

A colheita foi feita quando a maioria das panículas se encontrava com os grãos secos. A colheita das panículas e a debulha dos grãos foram manuais.

Efetou-se uma análise de variância em cada ensaio em separado, que teve como objetivo principal a determinação da variância residual de cada ensaio para posterior teste de homogeneidade. Posteriormente, realizou-se uma análise conjunta envolvendo todos os ambientes sobre a característica estudada.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados segundo o método de Eberhart e Russell (1966), que se baseia no modelo de regressão linear da produtividade de cada genótipo com as variações ambientais, conforme a equação a seguir:  $Y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + d_{ij} + e_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  é a média de produtividade do genótipo  $i$ , no ambiente  $j$ ;  $\mu_i$  representa a média geral do genótipo, em todos os ambientes;  $b_i$  corresponde ao coeficiente de regressão linear da resposta do genótipo  $i$  a todos os ambientes;  $I_j$  é o índice ambiental;  $d_{ij}$  corresponde aos desvios de regressão do genótipo  $i$ , no ambiente  $j$ ; e  $e_{ij}$  é o resíduo da regressão do genótipo  $i$ , no ambiente  $j$ .

Utilizou-se também a metodologia de Cruz e Carneiro (2003) que se baseia na análise de regressão bissegmentada. Os parâmetros de adaptabilidade estudados são a média ( $b_{oi}$ ), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ( $b_{1i}$ ) e aos ambientes favoráveis ( $b_{1i} + b_{2i}$ ). A estabilidade dos materiais é avaliada pelos desvios da regressão  $\sigma^2$  de cada material, em função das variações ambientais.

O modelo adotado foi o seguinte: em que:  $Y_{ij} = b_{oi} + b_{1i} I_j + b_{2i} T(I_j) + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  é a média da cultura  $i$  no ambiente  $j$ ;  $I_j$  é o índice ambiental utilizado por Eberhart e Russel (1966). Tem-se  $T(I_j) = 0$  se  $I_j$  é menor que zero

e  $T(I_j) = I_j - I_+$  se  $I_j > 0$  sendo  $I_+$  a média dos índices  $I_j$  positivos;  $b_{oi}$ : média geral d genótipo  $i$ ;  $b_{1i}$ : coeficiente de regressão linear associado a ambientes desfavoráveis;  $b_{1i} + b_{2i}$ : coeficiente de regressão linear associado a ambientes favoráveis;  $\delta_{ij}$ : desvio de regressão linear;  $\epsilon_{ij}$ : erro médio associado à média.

As análises dos dados foram realizadas utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2006).

## Resultados e discussão

Na Tabela 1 pode ser verificado que a média de produção de grãos das cultivares de sorgo granífero avaliadas foi de 4.421,6 kg ha<sup>-1</sup>, acima da média mais recente divulgada pelo IBGE para o Ceará, que é de 2.147 kg ha<sup>-1</sup>.

Ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias de produtividade nos diversos ambientes, indicando uma ampla faixa de variação nas condições ambientais onde foram conduzidos os ensaios (TAB. 1). Dentro de cada ambiente, diversos fatores como temperatura, doenças, insetos-praga, plantas daninhas e disponibilidade hídrica, seriam os possíveis responsáveis por essa ampla variação nas condições ambientais.

Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 9 % a 19 %, o que demonstra boa precisão dos ensaios. A produtividade de grãos é uma característica de natureza genética complexa, influenciada pelo ambiente e controle poligênico, conforme Scapim *et al.* (1995). A produtividade média de grãos variou de 2.320,2 kg ha<sup>-1</sup>, no ensaio de Pentecoste, no ano agrícola de 2002, a 5.168,9 kg ha<sup>-1</sup> em Pentecoste no ano

**Tabela 1** - Médias de produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de nove genótipos de sorgo granífero em sete ambientes do estado do Ceará

Cultivares	Ambientes			
	Pacatuba 2002	Pentecoste 2002	Quixadá 2003	Pentecoste 2003
DKB 860	4490,0 Fa	1993,0 Gh	4726,1 Ed	5529,7 Ca
DKB 57	3697,0 Fd	2086,0 Gf	4458,2 Dg	4952,3 Cb
822	3418,0 Fe	1881,0 Gi	4675,5 De	4854,1 Bd
SHS 400	4186,0 Db	2854,0 Ga	3586,2 Fi	4312,4 Cf
741	4058,0 Ec	2028,0 Gg	4601,1 Df	3857,1 Fh
AG 1018	3182,0 Ff	2511,0 Gc	4928,5 Cb	4496,9 De
BR 304	2739,0 Fh	2738,0 Fb	4913,6 Ec	5529,7 Ba
SAARA	3088,0 Fg	2412,0 Gd	5154,7 Ba	4857,1 Cc
740	2457,0 Fi	2379,0 Ge	4205,3 Ch	4041,6 Dg
Médias	3479,4	2320,2	4583,2	4714,5
C.V. (%)	19,6	14,8	10,1	12,5

Continuação da Tabela 1

Cultivares	Ambientes		
	Morada Nova 2004	Pentecoste 2004	Quixadá 2004
DKB 860	6782,7 Ac	5595,2 Bb	4946,4 Db
DKB 57	7044,6 Ab	5895,5 Ba	4238,1 Ef
822	4785,7 Ci	5500,0 Ac	3997,0 Eh
SHS 400	7633,9 Aa	5241,1 Be	4130,9 Eg
741	5187,5 Bh	5193,4 Af	4684,5 Cc
AG 1018	6505,6 Ae	5491,1 Bd	3952,4 Ei
BR 304	5773,8 Af	5077,4 Dg	5092,3 Ca
SAARA	6720,2 Ad	4586,3 Eh	4675,6 Dd
740	5595,2 Ag	3940,8 Ei	4416,7 Be
Médias	6225,5	5168,9	4459,3
C.V. (%)	15,1	11,4	9,3

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical pertencem ao mesmo grupo de acordo com o teste de Scoott-Knott ( $p < 0,05$ )

agrícola de 2004. Essa oscilação deveu-se à variações pronunciadas nas condições climáticas especialmente na quantidade e na distribuição de chuvas, o que se reflete, conseqüentemente, também no comportamento diferenciado do genótipo.

No ano agrícola 2003, os municípios de Quixadá e Pentecoste mostraram produtividade média de grãos superior à média geral (4.421,6 kg ha<sup>-1</sup>). No ano agrícola de 2004, a produtividade média obtida nos municípios de Morada Nova, Quixadá e Pentecoste também superaram a média geral. Morada Nova expressou melhor potencialidade no desenvolvimento da cultura do sorgo granífero, sobressaindo-se com uma produtividade média de 6.225 kg ha<sup>-1</sup> indicando este ser um ambiente superior para produção de sorgo granífero.

Na Tabela 2 constam os resultados da análise de variância conjunta da produção de grãos. Verifica-se variabilidade significativa para as fontes de variação relacionadas com genótipos (G), ambientes (A) e a interação (G x A). A principal fonte de variação foi representada pelos ambientes, apesar de também ter sido obtida significância com relação a genótipos. A interação genótipos x ambientes foi significativa quanto à produtividade de grãos, evidenciando, assim, que as cultivares apresentaram comportamento diferenciado diante da variação ambiental, o que indica necessidade de se realizar um estudo para identificar os genótipos de maior estabilidade.

Por outro lado é importante identificar, entre as cultivares disponíveis, aquelas que apresentam boa produtividade, sem oferecer grandes oscilações no

**Tabela 2** - Resumo das análises de variância conjuntas pelo método de Eberhart e Russell, da produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de nove cultivares de sorgo granífero em sete ambientes, no período 2002-2004

Causa de Variação	GL	Quadrado médio
Genótipos (G)	8	41532355,31**
Ambientes (A)	6	1840011,48**
Interação (G x A)	48	970739,11**
Ambiente dentro do genótipo	54	5477585,35**
Ambientes (linear)	1	249194131,89**
Interação G x A (linear)	8	696484,61 <sup>ns</sup>
Desvios de regressão	45	911635,56**
DKB 860	5	578873,25 <sup>ns</sup>
DKB 57	5	321648,83 <sup>ns</sup>
822	5	1167293,92*
SHS 400	5	2320144,47**
741	5	949794,98*
AG 1018	5	413952,98 <sup>ns</sup>
BR 304	5	1157961,75*
SAARA	5	619443,31 <sup>ns</sup>
740	5	675606,57 <sup>ns</sup>
Resíduo médio	144	323579,0

<sup>ns</sup> Não-significativo; \* Significativo a  $p < 0,05$  e \*\* Significativo a  $p < 0,01$  pelo teste F

rendimento, de tal forma que a renda obtida com seu cultivo não seja afetada de um ano agrícola para outro, conforme Oliveira *et al.* (2002).

A significância verificada para ambiente linear indica a existência de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias dos genótipos, conforme Eberhart e Russell (1966) e Cruz e Carneiro (2003).

Os desvios combinados (TAB. 2) também se mostraram significativos, o que sugere que os componentes linear e não-linear de estabilidade estão envolvidos no desempenho fenotípico dos genótipos nos ambientes estudados conforme Vencovsky e Barriga (1992).

Quanto a produtividade os genótipos DKB 860, DKB 57, SHS 400, AG 1018 e SAARA apresentaram coeficiente de regressão superior da unidade ( $\beta \neq 1$ ), caracterizando assim melhor desempenho promovido pela melhoria do ambiente e como apresentaram produtividade

acima da média geral e comportamento previsível, poderiam ser indicados para ambientes considerados favoráveis. Os demais genótipos apresentaram coeficiente de regressão igual à unidade ou inferior, caracterizando-as como dotados de desempenho proporcional à melhoria ambiental e quando associadas à alta produtividade, possuem adaptabilidade a todos os ambientes estudados (TAB. 3).

As estimativas do parâmetro, que corresponde à resposta linear do genótipo às variações nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,72 a 1,16 apenas o genótipo SHS 400 apresentou-se exigente em ambientes desfavoráveis. Os demais materiais apresentaram  $B_1$  próximo de 1 evidenciando adaptabilidade ampla. Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, somente o genótipo SHS 400 apresentou resposta à melhoria do ambiente ao contrário dos outros materiais aonde o teste não foi significativo (TAB. 3).

Os genótipos com ( $b_1 + b_2 = 1$ ) respondem proporcionalmente às mudanças de ambientes. Quanto à

**Tabela 3** - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para a produção de grãos de genótipos de sorgo granífero em sete ambientes do estado do Ceará

Genótipos	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Eberhart e Russell		
		B	$\sigma^2$	R <sup>2</sup>
DKB 860	4866,2	1,14 <sup>ns</sup>	85098,1 <sup>ns</sup>	92,6
DKB 57	4624,5	1,25*	-643,3 <sup>ns</sup>	96,4
822	4158,8	0,86 <sup>ns</sup>	281238,3**	77,6
SHS 400	4563,5	1,06 <sup>ns</sup>	665521,8**	72,6
741	4229,9	0,78*	208738,6*	78,0
AG 1018	4438,2	1,06 <sup>ns</sup>	30124,6 <sup>ns</sup>	93,8
BR 304	4551,9	0,92 <sup>ns</sup>	278127,5**	80,1
SAARA	4499,1	1,08 <sup>ns</sup>	98621,4 <sup>ns</sup>	91,3
740	3862,2	0,84 <sup>ns</sup>	117342,5 <sup>ns</sup>	85,2

  

Genótipos	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Cruz, Torres e Vencovsky						
		Desfav.	Fav.	B <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub> + b <sub>2</sub>	Q.M.	R <sup>2</sup>
DKB 860	4866,2	3241,5	5516,0	1,16 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	709.270,5 <sup>ns</sup>	92,7
DKB 57	4624,5	2891,5	5317,7	1,16 <sup>ns</sup>	0,41**	1,57 <sup>ns</sup>	199.290,0 <sup>ns</sup>	98,2
822	4158,8	2649,5	4762,4	1,02 <sup>ns</sup>	-0,74**	0,27**	790.279,3*	87,8
SHS 400	4563,5	3520,0	4980,9	0,72**	1,45**	2,18**	350.587,8 <sup>ns</sup>	96,6
741	4229,9	3043,0	4704,7	0,87 <sup>ns</sup>	-0,40**	0,48 <sup>ns</sup>	991.268,5*	81,6
AG 1018	4438,2	2946,5	5074,8	1,00 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	423.437,1 <sup>ns</sup>	94,9
BR 304	4551,9	2738,5	5277,3	1,07 <sup>ns</sup>	-0,71**	0,36**	829.232,2*	88,6
SAARA	4499,1	2750,0	5198,7	1,09 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	770.722,5 <sup>ns</sup>	91,3
740	3862,2	2418,0	4439,9	0,86 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	828.292,0*	85,5

<sup>ns</sup> Não-significativo. \* Significativo a  $p < 0,05$  e \*\* Significativo a  $p < 0,01$  pelo teste F

estabilidade dos genótipos, apenas os materiais 822, 741, BR 304 e 740, não apresentaram comportamento previsível.

Com base nos critérios sugeridos por Eberhart e Russell (1966), apenas DKB 57 apresentou todos os requisitos de um genótipo desejável, em que  $\beta = 1,25$  e  $R^2 = 96,44$  evidenciando que esse genótipo aumenta seu rendimento de acordo com as melhorias das condições ambientais e apresenta um coeficiente de determinação elevado garantindo assim sua estabilidade. As variâncias dos desvios das regressões, dos genótipos DKB 860, AG 1018, SAARA e 740 também se mostraram adequadas, indicando a estabilidade destes genótipos.

O genótipo ideal preconizado por Cruz apresentou média acima da produtividade da região,  $B_1 < 1$  e  $b_1 + b_2 > 1$ , foi o genótipo SHS 400 entre os materiais avaliados. É importante salientar que o grau de previsibilidade não deve comprometer a indicação destes genótipos, uma vez que a estimativa de  $R^2$  esteve acima de 80%, para todos os genótipos. Este parâmetro indica que houve um bom ajustamento dos dados à reta de regressão (CRUZ E CARNEIRO, 2003).

## Conclusões

1. Os genótipos DKB 57 e SHS 400 apresentam rendimentos superiores à média de produção, pela boa previsibilidade e maior proximidade ao padrão ideal para serem cultivados em diferentes ambientes;
2. Os genótipos AG 1018 e SAARA apresentaram boa estabilidade sendo alternativas interessantes para recomendação;
3. Para os outros genótipos de acordo com os modelos estudados não apresentam estabilidade para as condições climáticas do estado do Ceará.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo pelos materiais genéticos fornecidos a essa pesquisa e ao CNPq pela bolsa de doutorado do primeiro autor.

## Referências

- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 06, n. 01, p. 36-40, 1966.
- CARVALHO, H. W. L. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 05, p. 471-477, 2005.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, v. 39, n. 02, p. 340-347, 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ce&tema=lavouratemporaria2008>>. Acesso em: 10 mar. 2010.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, v. 02, 2003. 585 p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 382 p.
- OLIVEIRA, J. S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade em Cultivares de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 02, p. 883-889, 2002.
- MAGALHÃES, P. C. *et al.* **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: MG. EMBRAPA CNPMS, 2003. 4 p. (Boletim técnico-86).
- PITOMBEIRA, J. B. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo forrageiro em cinco ambientes do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 01, p. 20-24, 2004.
- VENDRUSCOLO, E. C. G. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 01, p. 123-130, 2001.
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 683-686, 1995.
- TABOSA, J. N. *et al.* Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 01, n. 02, p. 47-58, 2002.
- VENCOSVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.