

# Análise da Estabilidade de Híbridos de Sorgo Granífero Para Rendimento de Grãos na Safrinha

Vinicius da S. Lopes<sup>1</sup>; Flávio D. Tardin<sup>2</sup>; Janeo E. de Almeida Filho<sup>3</sup>; Geraldo A. de Carvalho Júnior<sup>4</sup>

## Resumo

A interação GA freqüentemente observada para o caráter produtividade de grãos em sorgo granífero sugere a análise da estabilidade. Nesse sentido o objetivo do trabalho foi analisar a estabilidade de 25 híbridos de sorgo granífero avaliados em sete ambientes pela análise de Yates e Cochran (1938) que preconizam estabilidade pela não variação de rendimento diante das variações ambientais e as análises de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) que preconizam a estabilidade pela variação coerente com a melhoria ambiental. Pela análise de Yates e Cochran (1938) apenas um indivíduo foi considerado estável, porém este apresentou baixa média de rendimento de grãos, já pelas metodologias de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) dois híbridos se destacaram, o 0307689 pela alta estabilidade associada a uma alta média de rendimento de grãos, sendo um indicativo de adaptabilidade geral desse material e o híbrido 0307671 que apresentou grande contribuição para interação GA e média geral alta, sendo um indicativo de adaptabilidade específica. Pela correlação de Sperman foi observado que as metodologias de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) ordenaram os híbridos de forma igual, com isso o uso simultâneo dessas análises é redundante, mas o uso de uma delas é interessante, apesar da divergência de filosofia. Os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) foram parcialmente concordantes com o método de Yates e Cochran (1938), devido a sua correlação estatisticamente superior a zero, porém de baixa magnitude. Nenhuma metodologia se correlacionou com a média de produção de grãos, mostrando que a seleção não pode ser realizada exclusivamente pelos métodos de estabilidade, uma vez que espera-se encontrar indivíduos produtivos estáveis e outros instáveis, tanto em uma quanto na outra filosofia de estabilidade. Devido aos resultados e filosofia das metodologias de estabilidade, o uso da avaliação de produtividade simultaneamente com o método de Plaisted e Peterson (1959) ou Wricke (1965) se mostrou a melhor estratégia de seleção de híbridos superiores.

## Introdução

O grão de sorgo é uma importante fonte de alimento energético, sendo base da alimentação humana no continente africano. No Brasil ele é utilizado basicamente na confecção de rações destinadas à alimentação animal, conferindo a essa cultura um importante papel no cenário agrícola nacional. Desta forma, o programa de melhoramento genético de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo tem concentrado esforços, ao longo dos anos, na obtenção de novos híbridos para regiões distintas, obtendo assim materiais promissores para várias regiões.

Em fases finais de um programa de melhoramento, geralmente são avaliados os genótipos de maior destaque em uma rede experimentos, esse tipo de análise é muito importante, pois fornece ao experimentador a variação desses genótipos ante os vários ambientes possibilitando, assim, estimar os efeitos da interação genótipo x ambiente (GA), que corresponde à resposta diferenciada dos genótipos diante dos ambientes, efeito esse que traz dificuldade para seleção, pois em um ambiente um genótipo pode apresentar bom desempenho, já em outro esse pode apresentar desempenho desinteressante. Para contornar este problema vários autores ressaltam que o uso de cultivares estáveis é a alternativa mais indicada (Ramalho et al 1993; Cruz e Regazzi 1997). Diante desta proposição o entendimento do que é a estabilidade é válido. Um conceito bem aceito foi proposto por Becker (1981). Conforme este autor, a estabilidade pode ser no sentido biológico, quando o genótipo não possui variação na sua resposta ao longo dos ambientes e no sentido agrônomico, quando o genótipo apresenta resposta paralela a melhoria ambiental. Vários autores consideram o último tipo de estabilidade interessante para ser explorada, pois é desejável que o genótipo seja responsivo a melhoria ambiental. Como se percebe, a estabilidade de um genótipo está relacionada com a previsibilidade da resposta do genótipo diante as variações ambientais.

---

<sup>1</sup>Discente do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, Bairro Nova Aurora- Itumbiara/GO, CEP 75523-200 ([viniciuslope@yahoo.com.br](mailto:viniciuslope@yahoo.com.br)); <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, Sete Lagoas/MG, CEP 35701-970, ([tardin@cnpmc.embrapa.br](mailto:tardin@cnpmc.embrapa.br)); <sup>3</sup>Discente da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes/RJ, CEP 28013-600, ([janeoeaf@uenf.com.br](mailto:janeoeaf@uenf.com.br)); <sup>4</sup>Discente de mestrado da UFV, CEP: 36570-000, Viçosa, MG, ([g.acjunior@gmail.com](mailto:g.acjunior@gmail.com))

Diante disso, o objetivo do trabalho foi analisar a estabilidade de híbridos de sorgo granífero para rendimento de grãos com três metodologias e correlacionar os resultados entre si e com a média de rendimento de grãos.

## Material e Métodos

Para análise estatística foi realizado inicialmente a análise de variância individual de acordo com o modelo:  $Y_{ij} = \mu + G_i + b_j + \epsilon_{ij}$ ; onde:  $Y_{ij}$ : variável dependente, observada no híbrido  $i$ , cultivado no bloco  $j$ ;  $\mu$ : média geral da variável dependente;  $G_i$ : efeito do genótipo  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 25$ );  $b_j$ : efeito da repetição  $j$  ( $j = 1, 2, 3$ );  $\epsilon_{ij}$ : erro experimental associado ao genótipo  $i$ , cultivado bloco  $j$ .

Em seguida foi analisado a homocedasticidade dos quadrados médios residuais pelo teste F, ao observar que o quadrado médio do erro de todos ambientes eram estimadores do mesmo parâmetro, procedeu a análise de variância conjunta considerando genótipos como fixos e ambientes como aleatório, como segue no modelo:  $Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{(ij)} + b_k/A_j + \epsilon_{ijk}$ ; sendo:  $Y_{ijk}$ ;  $\mu$ ;  $G_i$ ;  $b_k$  e  $\epsilon_{ijk}$  definidos anteriormente;  $A_j$ : efeito do ambiente  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 7$ );  $GA_{(ij)}$ : efeito da interação entre o genótipo  $i$  com o ambiente  $j$  e  $b_k/A_j$ : efeito do bloco  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, 14$ ) dentro do ambiente  $j$ .

Para análise de estabilidade foi utilizado o método de Yates e Cochran (1938), também conhecido como método “tradicional”, cujo parâmetro de estabilidade preconiza a estabilidade no sentido biológico e as metodologias Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), cujo parâmetro de estabilidade preconizam a estabilidade no sentido agrônomico.

A metodologia tradicional consiste no desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação GA, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo e seu estimador é o quadrado médio de ambiente dentro de genótipo, este é dado por:

$$QM_{(A/G)} = \frac{r}{(a-1)} \left[ \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{a} \right]$$

Onde  $r$  e  $a$  corresponde ao número de repetições e ambientes, respectivamente.

Na metodologia de Plaisted e Peterson (1959), o parâmetro de estabilidade de um determinado genótipo é a média aritmética do componente de variância da interação GA dele com todos os outros genótipos, sendo que esses componentes de variância são obtidos avaliando determinado genótipo e outro. Assim, para realizar essa análise é necessário obter os componentes de variância de todos os pares de genótipos, totalizando  $g(g-1)/2$  ( $g$  é o número de genótipos) análises, portanto o estimador desse parâmetro é:

$$\theta_i = \frac{1}{g-1} \left[ \sum_j \hat{G}_{g \neq i}^2 \right]$$

A metodologia de Wricke (1965) denominada como “ecoalência” é baseada na decomposição da interação GA, o parâmetro preconizado por essa metodologia é fornecido por:

$$w_i^2 = \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2 = \sum_j g a_{ij}^2$$

## Resultados e Discussão

Pela análise de variância individual (Tabela 1) foi observado que o efeito de híbridos foi significativo em todos ambientes, como a variância residual entre os ambientes não se diferiu estatisticamente foi sugerido a análise de variância conjunta. Nesta foi observado efeito significativo entre tratamentos e entre ambientes. Além disso, esses dois fatores se mostraram dependentes, justificando assim, a realização da análise de estabilidade (Tabela 2).

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para rendimento de grãos de 25 híbridos de sorgo cultivados nos ambientes de

FV	GL	ACR	ITB	SL1
Blocos	2	2070340,55	1609839,65	2401179,2
Híbridos	24	1960499,92**	2421033,60**	2199218,3
Erro	48	732798,55	832000,04	926077,2
CV(%)		19,00	17,82	20,66

\*\* e \*: significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 2.** Análise de variância conjunta do rendimento de grãos dos híbridos nos ambientes avaliados

	Blocos/A	Híbridos (H)	Ambientes (A)	HxA	Resíduo
GL <sup>1</sup>	14	24	6	144	336
QM	1467122,50	7540680,98**	60449491,70**	1875539,65**	636733,60

<sup>1</sup> Coeficiente de variação foi de 19,45%; \*\* significativo a 1% pelo teste F.

Pelas metodologias Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) os genótipos que menos contribuíram para interação GA foram identificados, sendo que alguns deles apresentaram baixo rendimento de grãos. Como é o caso do Dow 822 que apresentou a menor contribuição para interação GA e rendimento de grãos inferior a média geral, apesar de possuir boa estabilidade, esse híbrido é desinteressante pela baixa adaptabilidade. Também foi observado alguns híbridos com baixa contribuição para interação GA e alto rendimento de grãos, o que sugere a exploração destes híbridos, como é o caso dos materiais 0307343, 0307689, 9920045, com destaque para o híbrido 0307689 por ter apresentado o maior rendimento médio de grãos (Tabela 3).

A exploração da interação GA pode ser realizada também, identificando indivíduos com adaptabilidade específica, como é o caso do híbrido 0307671, este apresentou o segundo maior rendimento de grãos, mas com alta contribuição para interação em relação aos demais híbridos, esses resultados são indícios que esse material apresentou adaptabilidade específica, sendo interessante sua exploração nos ambientes que onde esse apresentou desempenho superior em relação aos demais híbridos. Outros materiais também apresentaram contribuição significativa para interação, mas com rendimento de grãos inferiores a média, com isso a exploração desses materiais se mostra desinteressante.

Com método de Yates e Cochran (1938), foi observado que apenas o híbrido Dow 822 foi considerado invariante pelo teste F, o restante dos híbridos apresentaram o quadrado médio altamente significativo ( $p < 0,01$ ), constatando a variação ambiental (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estimativa dos parâmetros de estabilidade preconizados pelas metodologias Yates e Cochran (1938) (QM), Plai

Híbridos	• (%)	W <sup>2</sup> (%)	QM <sub>(A/GI)</sub> (x10 <sup>-6</sup> )
0009035	3,49	3,32	2,97**
0009061	4,68	4,89	4,82**
0144013	2,32	1,78	2,78**
0144015	1,94	1,28	3,64**
0307167	9,45	11,20	8,93**
0307343	2,34	1,80	4,97**
0307363	2,67	2,25	2,49**
0307401	5,42	5,88	4,48**
0307421	4,24	4,32	3,26**
0307509	2,44	1,94	3,65**
0307511	4,35	4,46	6,98**
0307541	1,75	1,03	3,76**
0307561	2,94	2,60	2,17**
0307671	7,34	8,41	6,75**
0307689	1,98	1,33	4,79**
0441347	1,66	0,91	2,13**
0577335	3,50	3,35	5,03**
0577337	8,87	10,43	9,74**
0577393	3,14	2,87	4,07**
9920045	2,41	1,90	2,97**
1G150	2,97	2,64	1,82**
1G220	6,07	6,73	6,15**

BRS 308	9,18	10,84	2,96**
BRS 310	3,30	3,08	3,04**
Dow 822	1,55	0,77	1,13

\*\* e \*:  $QM_{(A/Gi)}$  significativamente superior ao  $QM_{erro}$  pelo teste F a 1 e 5% pelo teste F

Ao observar a magnitude da variação dos genótipos ao longo dos ambientes, foi observado que dentre os híbridos mais produtivos apenas o híbrido 9920045 apresentou valor do quadrado médio menor que a maioria dos híbridos, porém pela análise de Yates e Cochran (1938) não foi possível observar nenhum indicativo de interesse da exploração de algum híbrido considerando sua média.

Pela análise simultânea das metodologias de Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), foi observado que o híbrido Dow 822 sobressaiu em todas as metodologias, sendo o mais estável tanto no sentido agrônomico, quanto no sentido biológico, mostrando o rendimento de grãos desse híbrido apresentou uma variação em consonância com a variação média ambiental e ao mesmo tempo essa variação foi mais branda em relação aos demais híbridos, que não é um resultado comum uma vez que a variação ambiental foi de grande magnitude.

A correlação de Spearman (Tabela 4) mostrou que os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), promoveram igual ordenação dos híbridos, com isso o uso concomitante dessas metodologias é redundante. Tais metodologias apresentaram correlação estatisticamente igual a zero com a média de rendimento de grãos, mostrando que entre os genótipos que apresentaram baixa contribuição com a interação GA, existem híbridos com alta e baixa produtividade. Em suma a metodologia de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) se mostraram interessantes, pois a partir delas foi possível discriminar dos híbridos mais produtivos os que apresentaram estabilidade no sentido agrônomico.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Spearman dos parâmetros de estabilidade preconizados pelas metodologias Yates e

	$W^2$	QM
•	1,0000**	0,5685**
$W^2$		0,5685**
QM		

\*\* : significativamente diferente de zero a 1% de probabilidade pelo teste t.

O método de Yates e Cochran (1938) também teve correlação com o rendimento de grãos estatisticamente igual a zero, mostrando que entre os híbridos que apresentaram alto potencial produtivo, existem materiais com valores de quadrado médio alto e baixo em relação aos demais híbridos. Entretanto este método não serviu de indicativo, pois os híbridos produtivos apresentaram quadrado médio significativo, ratificando os resultados de os resultados de Cargnelutti Filho et al. (2007); Miranda et al. (1997) em sorgo essa conclusão foi observada também por Oliveira et al (2002) onde esses autores relataram que os genótipos produtivos não apresentaram esse tipo de estabilidade.

Ao analisar os híbridos quanto à estabilidade no sentido biológico e agrônomico simultaneamente, foi observado uma fraca tendência dos híbridos apresentarem menor variância e menor contribuição para interação GA, pois o coeficiente de correlação de Spearman foi estatisticamente maior que zero e de baixa magnitude entre o método de Yates e Cochran (1938) e os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965).

## Referências Bibliográficas

- Becker HC (1981) Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica** **30(3)**: 835-884.
- Cargnelutti Filho A, Perecin D, Malheiros EB and Guadagnin JP (2007) Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia** **66**: 571-578.
- Cruz CD and Regazzi AJ (1997) **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Editora UFV, Viçosa, 480 p.
- Miranda GV, Vieira C, Cruz CD and Araújo GAA (1997) Comparação de quatro métodos de avaliação da estabilidade fenotípica de cultivares de feijão. **Revista Ceres** **44**: 627-638.
- Oliveira JS; Ferreira, RP; Cruz CD, Pereira AV; Botrel MA; Von Pinho, RG; Rodrigues JAS.; Lopes FCF; Miranda JEC (2002). Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia** **31(2)**: 883-889 Suplemento.

- Plaisted RL and Peterson LC (1959) A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. **American Potato Journal** **36**: 381-385.
- Ramalho MAP, Santos JB and Zimmermann MJO (1993) **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, 271p.
- Wricke G (1965) Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Pflanzenzüchtung** **52**: 127-138.
- Yates F and Cochran WG (1938) The analysis of group experiments. **Journal of Agricultural Science** **28**: 556-580.