



# Estabilidade e adaptabilidade de variedades de polinização aberta de milho em Santa Catarina

Gilcimar Adriano Vogt<sup>1</sup>, Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>2</sup> e Rogério Luiz Backes<sup>3</sup>

**Resumo** – A instabilidade de genótipos em diferentes ambientes é reflexo da interação entre genótipos e ambientes. Dependendo da magnitude da interação, há necessidade de especificar a recomendação de variedades para cada ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de seis variedades de polinização aberta de milho quanto à produtividade de grãos. Essas variedades foram cultivadas em 11 ensaios nos anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08. A estabilidade e a adaptabilidade foram avaliadas por três metodologias. Não foi possível identificar nenhuma variedade de adaptação geral. As variedades melhoradas Fundacep 35 e SCS155 Catarina foram as que mais se aproximaram do genótipo ideal.

**Termos para indexação:** *Zea mays*, avaliação de variedades, produtividade de grãos, previsibilidade de desempenho.

## Stability and adaptability of maize open pollination varieties in Santa Catarina, Brazil

**Abstract** – The instability of genotypes in different environments is due to the interaction between genotypes and environments. When there is high interaction, the recommendation of genotypes to specific environmental condition is necessary. The objective of this study was to evaluate the stability and adaptability of grain yield in six maize open pollination varieties studied in 11 experiments carried out during agricultural seasons of 2004/05, 2006/07 and 2007/08. The stability and adaptability were evaluated by three methodologies. It was not possible to identify varieties with general adaptation. Fundacep 35 and SCS155 Catarina were the breeding varieties that showed the most similarity to the ideal genotype.

**Index terms:** *Zea mays*, evaluation of varieties, grain yield, performance predictability.

## Introdução

A importância do milho para Santa Catarina deve ser considerada sob o aspecto social, pelo fato de ser produzido em sua grande maioria por pequenos e médios produtores, e pelo aspecto econômico, por ser importante insumo para suinocultura, avicultura e gado leiteiro. A viabilização da cultura do milho nas pequenas propriedades depende do aumento da produtividade de grãos aliado à redução dos custos de produção.

Nesse sentido, as variedades de polinização aberta (VPAs) melhoradas são opções viáveis para obtenção de produtividade de grãos satisfatória, com redução dos custos

de produção referentes a fertilizantes e, principalmente, sementes. Essas VPAs, mesmo sendo menos produtivas que os híbridos, apresentam maior rusticidade, variabilidade genética e adaptabilidade aos sistemas com baixo uso de insumos, além de permitir a produção própria de semente (Sandri & Tofaneli, 2008). Resultados recentes obtidos em Santa Catarina mostram que o potencial das VPAs melhoradas é satisfatório. Os resultados da avaliação de cultivares em Canoinhas, no local de maior produtividade entre os quatro locais avaliados no ano agrícola 2007/08, mostram que a produtividade da melhor VPA correspondeu a 78% da produtividade do melhor híbrido simples testado

(Vogt et al., 2009a). No ano agrícola 2008/09, em Ituporanga, local mais bem avaliado, a produtividade da melhor VPA foi correspondente a 83% da produtividade do melhor híbrido simples testado (Vogt et al., 2009b).

A avaliação das VPAs em vários ambientes tem sido realizada para verificar o seu desempenho produtivo em face das variações ambientais. Entretanto, a indicação de cultivares fundamentada apenas na média geral de ensaios pode favorecer cultivares que sobressaem nos melhores ambientes e não discriminar as que se adaptam às melhores ou piores condições. Por isso, é necessário realizar análise de estabilidade e adaptabilidade, ou seja, as VPAs com comportamento previsível em função ►

Aceito para publicação em 15/12/10.

<sup>1</sup>Eng.-agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, C.P. 216, 89460-000 Canoinhas, SC, fone: (47) 3624-1144, e-mail: gilcimar@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup>Eng.-agr., Dr., Embrapa Soja, C.P. 231, 86001-970 Londrina, PR, fone: (43) 3371-6000, e-mail: balbinot@cnpso.embrapa.br.

<sup>3</sup>Eng.-agr., Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, CEP: 88034-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0633, e-mail: backes@epagri.sc.gov.br.

das variações ambientais e a capacidade de responder à melhoria do ambiente (Cruz & Carneiro, 2003).

O desempenho variável é atribuído ao efeito da interação entre genótipos e ambientes ( $G \times A$ ), quantifica o desempenho diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais, e sua existência exige análise de estabilidade e adaptabilidade (Cruz & Regazzi, 1997). Existem várias metodologias complementares à análise de variância capazes de facilitar a identificação de cultivares com alta estabilidade e com adaptabilidade ampla ou específica.

O objetivo deste trabalho foi estimar a estabilidade e a adaptabilidade de seis variedades de polinização aberta de milho no Estado de Santa Catarina.

## Material e métodos

Os dados utilizados para a realização deste trabalho são oriundos de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU)<sup>4</sup> e ensaios intermediários de avaliação de populações e cultivares<sup>5</sup> conduzidos pela Epagri nos anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo a parcela constituída de duas fileiras de 5m, com espaçamento entre linhas de 90cm (Figuras 1 e 2). A densidade de plantas foi de 54 mil plantas/ha, aproximadamente, sendo ajustada pela realização de desbaste quando as plantas tinham até 30cm de altura.

Os 11 ambientes em que foram conduzidos os ensaios são constituídos de anos, locais e tipos de ensaio (Intermediários e VCUs). Foram conduzidos quatro ensaios em Chapecó (VCU 2004/05, VCU 2006/07, VCU 2007/08 e Intermediário 2004/05), três em Campos Novos (VCU 2004/05, VCU 2007/08 e Intermediário 2004/05) e quatro em Canoinhas (VCU 2004/05, VCU 2006/07, VCU 2007/08 e Intermediário



Figura 1. Vista geral do experimento de milho. Chapecó, 2008



Figura 2. Detalhe da parcela experimental do experimento de milho. Chapecó, 2008

2004/05). A adubação de base e de cobertura foi realizada de acordo com a análise de solo. O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado quimicamente, quando necessário. A

produção de grãos (kg/ha) foi corrigida para 13% de umidade.

Foram avaliadas seis variedades de milho, sendo quatro VPAs desenvolvidas pela Epagri, que são:

<sup>4</sup> Os ensaios de Valor de Cultivo de Uso são ensaios específicos conduzidos pelo responsável pela cultivar para fins de registro de uma nova cultivar no Brasil junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que é responsável por editar as normas para os ensaios, inspecionar sua execução, analisar os requerimentos dos interessados em registrar novas cultivares, deliberar sobre a inscrição de uma nova cultivar e editar e manter a Listagem Nacional de Cultivares Registradas. Esses ensaios devem obedecer a critérios mínimos na sua condução, estabelecidos por um grupo de especialistas na cultura, e indicados em Portaria específica publicada pelo Mapa.

<sup>5</sup> Os ensaios intermediários são aqueles que antecedem os ensaios de Valor de Cultivo e Uso e fazem parte da fase da avaliação preliminar de populações oriundas dos programas de melhoramento.

SCS153 Esperança, SCS154 Fortuna e SCS155 Catarina, todas cultivares registradas junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e uma em fase experimental, Cepaf 03. Também foi avaliada uma variedade desenvolvida pela Embrapa (BRS Planalto) e uma desenvolvida pela Fundacep (Fundacep 35), ambas também VPAs.

Inicialmente, foi realizada a análise de variância individual de cada ensaio e a avaliação da homogeneidade dos resíduos. A razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo inferior a sete indica que há homogeneidade das variâncias residuais e possibilita a realização da análise conjunta dos locais (Gomes, 2000). Após isso, foi realizada a análise conjunta, consideraram-se os efeitos de genótipos fixos e os demais fatores com efeitos aleatórios.

A estabilidade e a adaptabilidade das variedades foram avaliadas por três metodologias: método tradicional, método de Cruz et al. (1989) e método de Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998).

Pelo método tradicional foi realizada a análise conjunta dos experimentos e o posterior desdobramento da soma dos quadrados de ambientes e da interação entre genótipos e ambientes em efeitos de ambientes dentro de genótipo. Assim, a medida de estabilidade foi a variação de ambientes dentro de cada genótipo, sendo considerado mais estável o genótipo que apresenta menor quadrado médio nos vários ambientes. O teste F foi utilizado para a avaliação da significância desses quadrados médios. Os ambientes foram classificados em favoráveis ou desfavoráveis de acordo com os índices ambientais, estimados pela diferença entre a média dos genótipos em cada local em relação à média geral, de forma que índices positivos indicaram ambientes favoráveis e índices negativos, ambientes desfavoráveis (Cruz & Regazzi, 1997).

A metodologia proposta por Cruz et al. (1989) é baseada na análise de regressão bissegmentada, sendo considerados como parâmetros de adaptabilidade a média ( $\beta_{0i}$ ) e a resposta linear a ambientes desfavoráveis ( $\beta_{1i}$ ) e favoráveis ( $\beta_{2i}$ ).

Nessa metodologia, a estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão, sendo consideradas estáveis quando  $\sigma_{di} = 0$ . O genótipo ideal a ser identificado deve apresentar média alta,  $\beta_{1i} < 1$ ,  $\beta_{1i} + \beta_{2i} > 1$  e  $\sigma_{oi} = 0$ . Adicionalmente, foram considerados previsíveis os genótipos cujos coeficientes de determinação da regressão são superiores a 80% (Cruz & Regazzi, 1997). As hipóteses  $H_0: \beta_{1i} = 1$  e  $H_0: \beta_{1i} + \beta_{2i} = 1$  foram avaliadas pelo teste *t* e,  $H_0: \sigma_{oi} = 0$  pelo teste F, ambos a 5% e 1% de probabilidade.

Conforme proposto por Lin & Binns (1988), estimou-se o valor de  $P_i$ , parâmetro que representa o quadrado médio da distância entre a média da cultivar *i* e a resposta máxima em cada local. O genótipo que apresentou menor  $P_i$  foi considerado o mais estável e de adaptabilidade geral. Adicionalmente, o  $P_i$  foi decomposto em componentes genético e da interação entre genótipo e ambiente, obtendo também a contribuição de cada genótipo para a interação. Conforme proposto por Carneiro (1998), obteve-se a estatística de medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento em ambientes favoráveis ( $P_{if}$ ) e desfavoráveis ( $P_{id}$ ), visando identificar genótipos específicos para cada tipo de ambiente.

As análises estatísticas deste trabalho foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (Cruz, 2006).

## Resultados e discussão

As análises de variâncias individuais detectaram diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,05$ ) entre as variedades dentro de cada ambiente. Houve homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais, pois a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi de 6,97.

A análise de variância conjunta dos 11 ambientes indicou a existência de efeitos significativos ( $P < 0,01$ ) de genótipos, de ambientes e da interação entre ambos

(Tabela 1), demonstrando o desempenho diferencial das variedades de polinização aberta de milho nos diferentes ambientes, como pode ser verificado na Tabela 2.

O coeficiente de variação médio foi de 10,15% e a produtividade média foi de 7.095kg/ha (Tabela 1). As variedades Fundacep 35 e SCS155 Catarina apresentaram produtividade média de grãos de 7.885 e 7.535kg/ha, respectivamente (Tabela 2). As médias de produtividade dos ensaios variaram de 5.416kg/ha (Chapecó VCU 2006/07) a 9.327kg/ha (Canoinhas VCU 2007/08), indicando a existência de uma ampla faixa de variação ambiental (Tabela 2).

A partir dos índices ambientais, os ambientes foram classificados em desfavoráveis e favoráveis (Tabela 2), estimados pela diferença entre a média dos genótipos em cada local em relação à média geral, de forma que índices positivos indicaram ambientes favoráveis e índices negativos, ambientes desfavoráveis. A média dos genótipos para cada tipo de ambiente está apresentada na Tabela 3. Os ambientes com produtividade acima da média (ambientes favoráveis) foram: Canoinhas (Intermediário 2004/05, VCU 2006/07 e VCU 2007/08) e Campos Novos (Intermediário 2004/05 e VCU 2007/08), com produtividades superiores a 7.224kg/ha. Os ambientes desfavoráveis foram: Chapecó (Intermediário 2004/05, VCU 2004/05, VCU 2006/07 e VCU 2007/08), Canoinhas (VCU 2004/05) e Campos Novos (VCU 2004/05), com produtividade abaixo de 7.224kg/ha.▶

Tabela 1. Resultado da análise de variância conjunta de 11 ambientes, em que foi avaliada a produtividade de grãos de seis variedades de milho. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08

Fonte de variação	GL	QM
Blocos/ambientes	22	578012,12
Variedades	5	16943390,69**
Ambientes	10	29971153,97**
Var x Amb	50	1254619,68**
Resíduo	110	518246,96
<b>Total</b>	<b>197</b>	
<b>Média (kg/ha)</b>		<b>7095</b>
<b>CV (%)</b>		<b>10,15</b>

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Nota: GL = Graus de Liberdade; QM = Quadrado médio; CV = Coeficiente de variação.

Tabela 2. Produtividade de grãos (kg/ha) das variedades de polinização aberta de milho avaliadas em 11 ambientes. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07, 2007/08

Variedade	Ambiente											Média
	1 <sup>D</sup>	2 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	4 <sup>D</sup>	5 <sup>D</sup>	6 <sup>D</sup>	7 <sup>D</sup>	8 <sup>F</sup>	9 <sup>F</sup>	10 <sup>D</sup>	11 <sup>F</sup>	
Fundacep 35	7.233aC	8.904aB	8.219aB	7.114aC	6.793aC	7.503aC	5.858aC	9.972 aA	10.096aA	6.675aC	8.367 aB	7.885
SCS155 Catarina	6.167aC	7.515bB	7.912aB	6.799aC	7.075aB	6.857aC	6.337aC	10.312aA	10.179aA	6.177aC	7.565 aB	7.536
SCS154 Fortuna	6.200aC	7.795bB	7.556aB	6.259aC	6.674aC	7.772aB	4.617bD	8.073 bB	9.483 aA	7.220aB	8.897 aA	7.322
Cepaf 3	5.151bD	7.672bB	7.697aB	7.118aC	6.022bD	6.409aC	5.636aD	9.236 bA	8.616 bA	6.983aC	6.939 bC	7.044
BRS Planalto	4.816bC	8.339aA	7.222aB	4.893bC	7.238aB	6.796aB	4.699bC	8.619 bA	9.488 aA	7.008aB	7.724 aB	6.986
SCS153 Esperança	4.084bC	6.532bB	4.737bC	5.120bC	5.594bB	4.865bC	5.347aB	8.827 bA	8.101 bA	4.730bC	5.840 bB	5.798
<b>Médias</b>	<b>5.608</b>	<b>7.793</b>	<b>7.224</b>	<b>6.217</b>	<b>6.566</b>	<b>6700</b>	<b>5.416</b>	<b>9.173</b>	<b>9.327</b>	<b>6.465</b>	<b>7.555</b>	
<b>CV(%)</b>	<b>18,4</b>	<b>10,9</b>	<b>6,0</b>	<b>10,6</b>	<b>6,0</b>	<b>7,9</b>	<b>14,7</b>	<b>4,8</b>	<b>7,0</b>	<b>14,7</b>	<b>11,2</b>	

Notas: 1 = Chapecó Intermediário 2004/05; 2 = Canoinhas Intermediário 2004/05; 3 = Campos Novos Intermediário 2004/05; 4 = Chapecó VCU 2004/05; 5 = Canoinhas VCU 2004/05; 6 = Campos Novos VCU 2004/05; 7 = Chapecó VCU 2006/07; 8 = Canoinhas VCU 2006/07; 9 = Canoinhas VCU 2007/08; 10 = Chapecó VCU 2007/08; e 11 = Campos Novos VCU 2007/08.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.  
<sup>D</sup> = Ambiente desfavorável; <sup>F</sup> = Ambiente favorável.

Tabela 3. Parâmetros de estabilidade do método tradicional (Q.M.Amb/Gen<sub>i</sub>) para produtividade de grãos de seis variedades de milho em 11 ambientes e médias em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08

Variedade	Q.M.Amb/Gen <sub>i</sub>	Geral	Ambiente desfavorável	Ambiente favorável	RG	RD	RF	
			kg/ha					
Fundacep 35	5.567.983,60**	7.885	6.862	9.112	1 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	
SCS155 Catarina	6.363.443,58**	7.536	6.569	8.697	2 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	
SCS154 Fortuna	5.499.325,01**	7.322	6.457	8.360	3 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	
Cepaf 03	4.539.194,79**	7.044	6.219	8.032	4 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	
BRS Planalto	7.734.578,75**	6.985	5.908	8.278	5 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	
SCS153 Esperança	6.539.726,61**	5.798	4.956	6.807	6 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	
<b>Média geral</b>		<b>7.095</b>	<b>6.162</b>	<b>8.214</b>				

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Nota: Q.M.Amb/Gen<sub>i</sub> = parâmetro de estabilidade do método tradicional; RG = *Ranking* geral; RD = *Ranking* em ambientes desfavoráveis; RF = *Ranking* em ambientes favoráveis.

O parâmetro de estabilidade do método tradicional (Q.M.Amb/Gen<sub>i</sub>) é apresentado na Tabela 3. Essa metodologia indicou o genótipo Cepaf 03 como o mais estável. Por outro lado, a classificação de Cepaf 03 não foi satisfatória (5<sup>o</sup>), corroborando a suposição feita por Cruz & Regazzi (1997) de que genótipos com desempenho regular em uma série de ambientes são, em geral, pouco produtivos. Cargnelutti Filho et al. (2007) relatam que, apesar das facilidades na interpretação do parâmetro estabilidade obtida pelo método tradicional, deve-se ter cautela devido a essa metodologia indicar genótipos estáveis mas pouco produtivos e adaptados a ambientes desfavoráveis. Entretanto, todos os quadrados médios dentro de genótipo foram significativos a 1% de

probabilidade pelo teste F, indicando a estabilidade de todos os genótipos.

Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade estimados pelo método proposto por Cruz et al. (1989). O comportamento diferencial das variedades em cada ambiente pode ser comparado na Figura 3. As estimativas da resposta linear dos genótipos às variações nos ambientes desfavoráveis ( $\beta_{1i}$ ) variaram entre 0,83 e 1,25, para SCS153 Esperança e BRS Planalto, respectivamente (Tabela 4). A variedade BRS Planalto respondeu de forma intensa e negativamente às condições ambientais desfavoráveis ( $\beta_{1i} > 1$ ). As demais variedades apresentaram  $\beta_{1i}$  estatisticamente sem diferença de 1, evidenciando adaptabilidade ampla. Considera-se que apenas as variedades com  $\beta_{1i}$

menor que a unidade são estáveis em ambientes desfavoráveis.

A estimativa do parâmetro  $\beta_{1i} + \beta_{2i}$ , que corresponde à resposta linear das variedades às variações nos ambientes favoráveis, indicou que SCS153 Esperança, quanto à adaptação, respondeu à melhoria do ambiente e seria passível de recomendação para ambientes favoráveis ( $\beta_{1i} + \beta_{2i} > 1$ ). No entanto, foi a variedade de menor produtividade média, tanto na média geral (6<sup>o</sup>) como na média de ambientes favoráveis (6<sup>o</sup>) (Tabela 3). A variedade SCS154 Fortuna apresentou  $\beta_{1i} + \beta_{2i} < 1$ , portanto não responsiva à melhoria do ambiente. As demais variedades, com  $\beta_{1i} + \beta_{2i} = 1$ , responderam proporcionalmente às mudanças de ambiente.

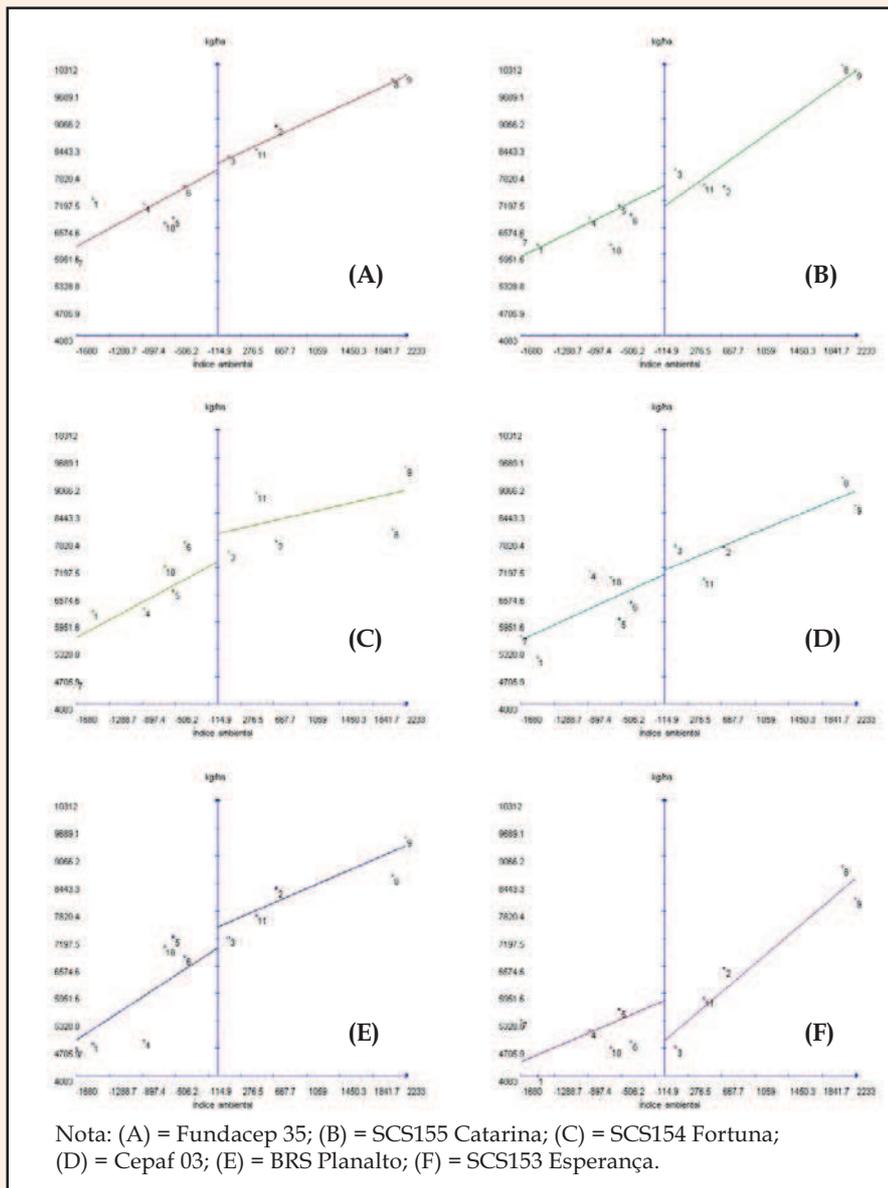


Figura 3. Regressão linear bissegmentada para produtividade de grãos de seis variedades de polinização aberta de milho. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08

Tabela 4. Parâmetros de estabilidade estimados pelo método proposto por Cruz et al. (1989) para a produtividade de grãos de seis variedades de milho em 11 ambientes. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08

Genótipo	$\beta_{1i}^{(1)}$	$\beta_{1i} + \beta_{2i}^{(1)}$	$\sigma_{\sigma_i}^{(2)}$	$R^{(2)}$
Fundacep 35	1,04 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	590057,32 <sup>ns</sup>	91,5
SCS155 Catarina	0,97 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	644361,16 <sup>ns</sup>	91,9
SCS154 Fortuna	1,02 <sup>ns</sup>	0,44*	1544535,85**	77,5
Cepaf 03	0,89 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	941518,42 <sup>ns</sup>	83,4
BRS Planalto	1,25*	0,82 <sup>ns</sup>	1227434,36*	87,3
SCS153 Esperança	0,83 <sup>ns</sup>	1,65**	1027915,15 <sup>ns</sup>	87,4

(1)\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

(2)\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Nota:  $\beta_{1i}$  = resposta linear a ambientes desfavoráveis;  $\beta_{1i} + \beta_{2i}$  = resposta linear a ambientes favoráveis;  $\sigma_{\sigma_i}$  = desvio de regressão;  $R^2$  = coeficiente de determinação.

Quanto à estabilidade, as variedades SCS154 Fortuna e BRS Planalto não apresentaram comportamento previsível considerando os desvios da regressão ( $\sigma_{\sigma_i}$  significativo). Entretanto, de acordo com Cruz & Regazzi (1997), genótipos com coeficientes de determinação acima de 80%, como é o caso de BRS Planalto, são passíveis de recomendação, ao contrário de SCS154 Fortuna.

Nenhum genótipo avaliado apresentou o desempenho preconizado como ideal por Cruz & Regazzi (1997), combinando produtividade satisfatória em ambientes desfavoráveis com responsividade em ambientes favoráveis e estabilidade de produtividade de grãos. Vários trabalhos (Garbuglio et al., 2007; Souza et al., 2004; Carvalho et al., 2002; Hamawaki & Santos, 2003) tampouco identificaram o genótipo ideal apesar de elevado potencial produtivo demonstrado pelos genótipos. Entretanto, verificou-se que as variedades Fundacep 35 e SCS155 Catarina foram os que mais se aproximaram do genótipo ideal, estando no grupo de maior média nos dois tipos de ambiente, sendo altamente previsíveis, porém seus coeficientes de regressão não diferiram da unidade.

Com base no parâmetro que representa o quadrado médio da distância entre a média da cultivar  $i$  e a resposta máxima em cada local ( $P_i$ ), estimado pelo método proposto por Lin & Binns (1988), apresentado na Tabela 5, identificam-se Fundacep 35 e SCS155 Catarina como genótipos de adaptação geral, apresentando produtividades satisfatórias, sendo classificadas como 1ª e 2ª mais produtivas, conforme observado na Tabela 3. Cargnelutti Filho et al. (2007; 2009) relatam que os genótipos indicadas pelo método Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) estão associados às cultivares mais produtivas.

Considerando a decomposição proposta por Carneiro (1998), houve concordância na indicação das variedades Fundacep 35 e

Tabela 5. Parâmetros de estabilidade estimados pelo método proposto por Lin & Binns (1988) e modificado por Carneiro (1998) para a produtividade de seis populações de milho em 11 ambientes e médias em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Epagri, anos agrícolas 2004/05, 2006/07 e 2007/08

Variedade	Lins & Binns (1988)			Carneiro (1998)			
	$P_i$	Desvio		$P_{id}$	RD	$P_{if}$	RF
		Genético	Interação				
Fundacep 35	54.600	30.033	24.567	40.317	1º	66.502	1º
SCS155 Catarina	317.785	176.548	141.238	379.824	2º	266.087	2º
SCS154 Fortuna	556.767	326.135	230.632	716.617	4º	423.559	3º
Cepaf 03	792.971	590.266	202.705	922.345	5º	685.159	4º
BRS Planalto	932.208	654.892	277.316	603.229	3º	1.206.357	5º
SCS153 Esperança	2.994.030	2.719.454	274.575	3.362.266	6º	2.687.166	6º

Nota:  $P_i$  = parâmetro que representa o quadrado médio da distância entre a média da cultivar  $i$  e a resposta máxima em cada local,  $P_{if}$  = medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento em ambientes favoráveis,  $P_{id}$  = medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento em ambientes desfavoráveis; RD = *Ranking* em ambientes desfavoráveis; RF = *Ranking* em ambientes favoráveis.

SCS155 Catarina como genótipos adaptados, tanto em ambientes favoráveis como desfavoráveis.

Houve concordância entre as metodologias quanto à indicação dos genótipos adaptados às diferentes condições ambientais. Com base no método proposto por Cruz et al. (1989), não foi possível identificar nenhum genótipo de adaptação geral, entretanto as variedades que mais se aproximam do ideal (média alta, estáveis em ambientes desfavoráveis e responsivos com a melhoria do ambiente) foram Fundacep 35 e SCS155 Catarina, ao passo que o método de Lin & Binns (1988) indicou essas duas variedades como de adaptação ampla.

## Conclusão

As variedades de polinização aberta de milho Fundacep 35 e SCS155 Catarina são as que mais se aproximam do genótipo ideal, apresentando alta estabilidade e adaptabilidade no Estado de Santa Catarina.

## Literatura citada

1. CARGNELUTTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E.B. et al. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de

milho. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.571-578, 2007.

2. CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBOLDI, J. et al. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.2, p.340-34, 2009.

3. CARNEIRO, P.C.S. *Novas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade de comportamento*. 1998. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

4. CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M.J. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em diferentes condições ambientais do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.1, n.2, p.75-82, 2002.

5. CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. v.2. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

6. CRUZ, C.D.; TORRES, R. da A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.567-580, 1989.

7. CRUZ, C.D. *Programa Genes*: Biometria. 1.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. v.1. 382p.

8. CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.

9. GARBUGLIO, D.D.; GERAGE, A.A.; ARAÚJO, P.M. de et al. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade

em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.2, p.183-191, 2007.

10. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Degaspari, 2000.

11. HAMAWAKI, O.T.; SANTOS, P.G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho avaliadas por meio do modelo de regressão. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.2, p.195-199, 2003.

12. LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.68, n.68, p.193-198, 1988.

13. SANDRI, C.A.; TOFANELLI, M.B.D. Milho Crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.16, n.1, p.59-61, 2008.

14. SOUZA, E.M. de; CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho nos Estados de Sergipe e Alagoas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.35, n.1, p.6-81, 2004.

15. VOGT, G.A.; NESI, C.N.; ELIAS, H.T. et al. Ensaios de avaliação de cultivares de milho em Santa Catarina – Safra 2007/08. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 7., 2009, Xanxerê, SC. *Anais...* Xanxerê: News Print, 2009a. p.275-279.

16. VOGT, G.A.; BACKES, R.L.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Ensaios de avaliação de cultivares de milho em Santa Catarina. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 7., 2009, Xanxerê, SC. *Anais...* Xanxerê: News Print, 2009b. p.280-284. ■