

# Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina

Haroldo Tavares Elias<sup>1</sup>, Silmar Hemp<sup>1</sup>, Carlos Alberto Scapim<sup>2\*</sup>, Marcos de Araújo Rodvalho<sup>2</sup>, Márcia Regina Royer<sup>2</sup>, Freddy Mora<sup>2</sup> e Rafael Recanello Barreto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Epagri/Cepaf- Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar. Chapecó, Santa Catarina, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM). \*Autor para correspondência. e-mail: cascapim@uem.br

**RESUMO.** A cultura do feijoeiro no Estado de Santa Catarina é cultivada sob diferentes sistemas de cultivo, com amplitude de condições edafo-climáticas e por agricultores que possuem diferentes níveis de tecnologia. Nas análises dos experimentos, tem sido comum detectar a presença significativa da interação genótipos por ambientes. Os modelos de adaptabilidade e estabilidade são importantes para complementar as informações dos ensaios de valor de cultivo e uso em feijoeiro, em relação aos boletins de avaliação de cultivares. O objetivo do trabalho foi avaliar a interação genótipos por ambientes por meio das análises de adaptabilidade e estabilidade de 24 genótipos de feijoeiro, no Estado de Santa Catarina, utilizando as metodologias propostas por Wricke (1965), Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992). A interação genótipos x ambientes foi significativa ( $p < 0,05$ ), justificando a avaliação mais detalhada por meio dos modelos de estabilidade e adaptabilidade. De acordo com a metodologia apresentada por Annicchiarico (1992), a linhagem CH 90-1535 superou em 8,2% a média geral do ambiente, considerando um nível de probabilidade de 75%, sendo, portanto, o genótipo de maior confiabilidade. Por essa metodologia, a linhagem LP 96-72 também é promissora. Na proposta desenvolvida por Lin e Binns (1988), os genótipos mais estáveis e adaptados foram as linhagens CH 90-1535 e LP 94-1. Em relação à metodologia proposta por Wricke (1965), os genótipos mais estáveis foram as linhagens AN 91-22590, LP 96-72 e CH 90-1535. Com base nas três metodologias, as linhagens LP 96-72 e CH 90-1535 podem ser recomendadas para cultivo no Estado de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, estabilidade, interação genótipos por ambientes, cultivares, linhagens.

**ABSTRACT.** Stability analysis of common bean genotypes in Santa Catarina State. Common bean is cultivated using different technological levels, with diverse cropping systems and under a wide range of edaphic and climatic conditions in Santa Catarina, Brazil. Significant presence of genotype-environment interaction has been verified. Analyses of adaptability and stability are important to obtain complementary information of the common bean cultivars value tests, in relation to cultivars evaluation bulletins. The aim of the present study was to evaluate genotype-environment interaction of yield grain, in a 24 common bean genotypes set in Santa Catarina State. Phenotypic adaptability and stability analyses were carried out by the method of Wricke (1965), Lin and Binns (1988) and Annicchiarico (1992). The genotype-environment interaction was significant ( $P < 0.05$ ). According to Annicchiarico method, the mean value estimate of CH 90-1535 line was 8.2% bigger than the mean value over all environments, with probability level corresponding to a 75%, which is the genotype with greatest reliability. Based on this method, CP 96-72 is also a promising genotype. In relation to Lin and Binns approach, the genotypes with the greatest stability were CH 90-1535 and LP 94-1 lines. For Wricke method, AN 91-22590, LP 96-72 and CH 90-1535 lines were the most promising genotypes. Regarding the methods used, LP 96-72 and CH 90-1535 lines can be useful for future common bean plantations in Santa Catarina State.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, stability, genotype-environment interaction, cultivars, line.

## Introdução

A cultura do feijoeiro no Estado de Santa Catarina

é cultivada sob diferentes sistemas de cultivo, com amplitude nas condições edafo-climáticas e por agricultores que possuem diferentes níveis de tecnologia. Deste modo, tem-se verificado a presença

significativa da interação genótipos x ambientes (G x A) (Elias *et al.*, 1999), bem como em diversas avaliações realizadas em outros Estados, como os de Pirola (2000) e Carneiro (2002) em Minas Gerais.

A avaliação da interação G x A torna-se de importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um ambiente não o ser em outro. Este fato influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. Pela importância desta interação, cabe ao melhorista avaliar a magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia, bem como fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para a sua minimização e/ou seu aproveitamento (Cruz e Regazzi, 2001).

Uma das alternativas mais utilizadas para atenuar os efeitos da interação genótipos x ambientes é a identificação de cultivares que apresentem alta estabilidade produtiva, pois pode ser empregada em várias situações com vistas à identificação de genótipos a serem recomendados para determinada região agrícola. No entanto, existem poucas informações sobre a estabilidade fenotípica, sendo, portanto, necessárias mais informações sobre os materiais avaliados e cultivados no Estado, reduzindo, assim, as chances de erro nas recomendações das cultivares.

Existem várias metodologias empregadas na avaliação de estabilidade, as quais são amplamente discutidas na literatura e distinguem-se pelos conceitos de estabilidade, adaptabilidade e princípios estatísticos empregados (Cruz e Regazzi, 2001). As metodologias mais utilizadas são aquelas baseadas em análises de regressão linear simples, cujo exemplo clássico é o modelo matemático estabelecido por Eberhart e Russell (1966). No entanto, a literatura está repleta de diferentes métodos, em que os procedimentos são baseados na análise de variância, e as estimativas do parâmetro de estabilidade são expressas em componentes quadráticos, quadrados médios ou componentes da variância. Os exemplos das metodologias que empregam este procedimento são aqueles desenvolvidos por Wricke (1965) e Annicchiarico (1992), as quais são alternativas mais simples para comparar a performance de cultivares em situações de interação G x A significativa (Scapim *et al.*, 2000).

Existem também outros métodos, fundamentados em análise não paramétrica, que se caracterizam pela não exigência das pressuposições básicas preconizadas na análise da variância tradicional paramétrica. Nestas análises, enquadra-se a metodologia proposta por Huenh (1990a,b) e Lin e Binns (1988). Portanto, o objetivo do trabalho foi quantificar a interação genótipos x ambientes e

estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 24 cultivares de feijão, empregando as metodologias de Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988) e Wricke (1965).

## Material e métodos

As informações para o estudo foram extraídas da rede de ensaios estaduais para avaliação de linhagens e cultivares de feijoeiro comum da safra 1999/2000 (Tabela 1), cujas informações fundamentam o Boletim de Avaliação de Cultivares (Epagri, 2002). Estes ensaios hoje são denominados de Ensaios VCU (Valor de Cultivo e Uso), necessários para o registro e proteção de novos cultivares no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura.

**Tabela 1.** Características dos locais e das épocas de condução dos ensaios estaduais de linhagens e cultivares de feijão.

Local	Coordenadas geográficas		Altitude (m)	Época de semeadura
Campos novos	27°05's	51° 18'1	934	Safra
Canoinhas	26°09's	50°23'1	839	Safra
Chapecó	27°07's	52°16'1	674	Safra e Safrinha
Ituporanga	27°24's	49°36'1	369	Safrinha
Urussanga	28°31's	49°	49	Safrinha

Os ensaios foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. A parcela foi constituída por quatro linhas de 4 m espaçadas de 0,45 m, sendo a área útil formada pelas duas linhas centrais. A população de plantas utilizada no plantio foi de 244.000 plantas ha<sup>-1</sup>, permanecendo 11 plantas por metro. A variável resposta foi o rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância individual para cada ambiente em questão, seguida da análise conjunta dos ambientes (Cruz e Regazzi, 2001). Os genótipos foram considerados de efeito fixo e os ambientes de efeito aleatório. Posteriormente, foram realizadas as análises de estabilidade e adaptabilidade referentes aos dados de produção de grãos das 24 linhagens e cultivares de feijão nos seis ambientes, utilizando as metodologias propostas por Wricke (1965), Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992). Para a realização destas análises, foi utilizado o programa de análises estatísticas Genes (Cruz, 1997).

A metodologia proposta por Wricke (1965) é baseada na análise de variância, em que a estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica baseia-se na decomposição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. O parâmetro de estabilidade é também denominado de 'ecoaléncia' ( $\omega_i$ ). O parâmetro de estabilidade pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\sigma_i = r \sum_j^n \hat{GA}_{ij}^2 = r \sum_j^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2$$

em que:

$y_{ij}$  = média do genótipo i no ambiente j;

$\bar{y}_i$  = média do genótipo i;

—

$\bar{y}_j$  = média do ambiente j;

$\bar{y}_{..}$  = média geral.

Outra metodologia baseada em análise de variância bastante utilizada por melhoristas para estimar a estabilidade produtiva de genótipos é a proposta por Annicchiarico (1992), a qual identifica quais os materiais que ocupam os primeiros lugares em um maior número de ambientes. Nesta metodologia, primeiramente é calculado as médias dos ambientes ( $\bar{y}_j$ ) e em seguida obtêm-se as porcentagens dos cultivares em relação às médias dos ambientes. Depois se calculam as médias de cada cultivar ( $\bar{y}_i$ ) em porcentagem e o desvio-padrão dessas médias. Por sua vez, o parâmetro de estabilidade ( $I_i$ ), ou índice de confiança, pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$I_i = \bar{y}_i \cdot Z(1-\alpha) / s_i$$

onde:

$I_i$  = Índice de confiança (%);

$\bar{y}_i$  = média geral do cultivar i em porcentagem;

$Z(1-\alpha)$  = percentual  $(1-\alpha)$  da função de distribuição normal acumulada;

$s_i$  : desvio-padrão dos valores percentuais; e

$\alpha$  = nível de significância pré-fixado.

Annicchiarico (1992) relata que não está claro qual o melhor nível de significância a ser adotado. Por outro lado, alguns autores têm assumido o valor de  $Z(1-\alpha)$  como a probabilidade de obter genótipos com produtividade média relativa (ou seja, expressa em valores percentuais) no mínimo dentro do intervalo com limite inferior equivalente à média geral do ensaio e limite superior igual à média mais uma fração equivalente a  $1-\alpha$  do desvio-padrão. Assim, para  $\alpha = 0,25$ , tem-se:  $Z(1-\alpha) = P(\hat{\mu}_z \leq z \leq \hat{\mu}_z + 0,75\hat{\sigma}_z)$ . Em outras palavras, quando se considera um valor de  $\alpha$  igual a 0,25, significa que de 4 casos apenas 1 é esperado abaixo da média do ambiente.

Existem também alternativas aos métodos paramétricos, baseados em análise não paramétrica, e nesse estudo foi utilizada a metodologia proposta por Lin e Binns (1988), na qual a caracterização dos genótipos é feita pelo parâmetro ( $P_i$ ) que associa estabilidade, adaptabilidade e rendimento médio. A cultivar mais estável é aquela que tem desempenho próximo ao máximo em vários ambientes, ou seja, aquela que apresenta menor valor de  $P_i$ . Para se

estimar os parâmetros de estabilidade pela metodologia proposta por Lin e Binns (1988), utiliza-se a seguinte expressão:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (x_{ij} - M_j)^2 / 2n$$

em que:

$P_i$  = estimativa da estabilidade ou adaptabilidade do cultivar i;

$x_{ij}$  = produtividade da cultivar i no ambiente j;

$M_j$  = produtividade máxima obtida com todas as cultivares no local j; e

$n$  = número de locais.

Os autores propuseram a decomposição do índice de superioridade por meio da seguinte expressão:

$$P_i = \left[ n(\bar{x}_i - \bar{M})^2 + \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2n$$

em que:

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} / n$$

$\bar{M}$  = média das produtividades máximas de todas as cultivares em todos os ambientes, ou seja:

$$\bar{M} = \sum_{j=1}^n M_j / n ;$$

A primeira parte indica paralelismo de resposta, isto é, a diferença em relação ao máximo é praticamente a mesma em todos os ambientes. Em relação à segunda parte, ocorrem alterações na classificação das cultivares, ou seja, indica a contribuição de cada genótipo na interação G x A total. A cultivar ideal é aquela com menor estimativa de  $P_i$  e menor contribuição para a interação.

A identificação de cultivares de maior estabilidade fenotípica é alternativa muito empregada pelos melhoristas para reduzir o efeito da interação genótipo x ambiente, bem como possibilita a recomendação de cultivares com maior segurança. Contudo, no estudo da estabilidade, um dos problemas é a conceituação de adaptabilidade e estabilidade. Neste trabalho, será utilizado como medida de adaptação o rendimento médio de grãos dos cultivares.

## Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância conjunta revelaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) de ambientes e da interação genótipos x ambientes (Tabela 2). A presença da interação significativa indica que o desempenho dos genótipos não foi consistente nos locais avaliados. Esse resultado

reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às diversas condições de ambientes encontradas. Desse modo, as avaliações de estabilidade e adaptabilidade são importantes para identificar os genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas, a fim de que as recomendações possam ser feitas com maior critério científico e, conseqüentemente, reduzam a probabilidade de erros na recomendação.

Considerando a média geral de rendimento nos seis ambientes avaliados, observa-se amplitude no rendimento, variando de 1.924 kg ha<sup>-1</sup> a 2.332 kg ha<sup>-1</sup> com média geral de rendimento de 2.134 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Este rendimento médio é próximo do dobro do rendimento médio verificado nas lavouras comerciais de Santa Catarina, o que demonstra o potencial genético a ser explorado destas cultivares. No período de 1994 a 1996, foram realizados 13 experimentos com oito genótipos em diversos locais do Estado de Santa Catarina e a produtividade média

foi de 1.643 kg ha<sup>-1</sup> (Nunes *et al.*, 1999).

**Tabela 2.** Análise de variância conjunta para produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de 24 linhagens e cultivares de feijão em 6 ambientes no Estado de Santa Catarina.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos/Ambientes	18	5924522,55	329140,14
Tratamentos	23	6515635,16	283288,49 ns
Ambientes	5	102537518,78	20507503,76 *
Tratamentos x Ambientes	115	23641678,85	205579,82 *
Resíduo	414	39367277,20	95090,04

\* Significativo, em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.  
ns Não-significativo, em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As linhagens e cultivares FT Nobre, FT BioNobre, AN 90-21332, AN 90-21334, CP 9310635, LP 96-72, FT 96-1159, Carioca, Pérola, LP 94-1, FEB183, FT 911249, CH 90-1535 e LP 9431 foram as mais produtivas, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974). Embora não se tenha verificado significância para tratamentos (genótipos) na análise conjunta em nível

**Tabela 3.** Estimativas dos parâmetros de estabilidade produtiva de 24 linhagens e cultivares de feijão em 6 locais do Estado de Santa Catarina, de acordo com as propostas de Annicchiarico (1992)-I<sub>i</sub> (%), Lin e Binns (1988)-P<sub>i</sub> e Wricke (1965)-W<sub>i</sub> (%).

Cultivar	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>i</sub>	Desvios			I <sub>i</sub> (%)	W <sub>i</sub> (%)
			Genético	Interação	% da interação		
1.Iapar 44	1924 *B	251347,77	244125,78	7221,99	1,05	86,98	1,44
2.FT Nobre	2134 A	142382,41	119540,11	22842,30	3,32	98,09	4,15
3.FT BioNobre	2174 A	118309,59	101006,38	17303,21	2,51	98,77	3,88
4.Diamante Negro	1978 B	223311,35	208254,45	15056,91	2,19	90,00	1,23
5.AN9021332	2243 A	117642,28	72263,36	45378,92	6,60	99,51	14,24
6.AN9122492	1966 B	251415,53	216070,95	35344,59	5,14	89,04	3,03
7.AN9122590	2072 B	165395,47	152009,12	13386,35	1,95	96,43	0,37
8.AN9021334	2192 A	105444,41	92844,60	12599,81	1,83	99,99	2,36
9.AN9021842	2053 B	190626,03	162450,00	28176,03	4,10	94,16	2,81
10.CP9310607	2069 B	186528,17	153596,53	32391,64	4,71	95,52	2,88
11.CP9310635	2137 A	137680,87	118260,04	19420,83	2,82	97,61	2,06
12.LM93510356	2030 B	210142,19	175873,9	34268,29	4,98	92,15	2,80
13.LP96-72	2210 A	107001,45	85267,28	21734,17	3,16	102,94	1,08
14.FT961159	2215 A	111606,38	83300,03	28306,35	4,11	99,38	8,36
15.Carioca	2202 A	107052,32	88655,58	18396,75	2,67	101,09	2,92
16.Pérola	2241 A	123401,39	72771,13	50690,27	7,37	101,25	5,74
17.FT Bonito	2055 B	234029,47	161335,69	72693,78	10,57	93,28	12,72
18.LP 94-1	2249 A	84263,85	69813,40	14450,45	2,10	102,40	2,89
19.FEB183	2189 A	136323,52	94340,82	41982,70	6,10	98,82	4,48
20.FT911249	2252 A	108508,49	68866,88	39641,61	5,76	101,54	5,31
21.CH90-1535	2332 A	60960,96	42292,00	18668,96	2,71	108,20	2,05
22.LP9431	2218 A	121425,92	82080,03	39345,89	5,72	100,52	7,55
23.IAC Eté	1996 B	213774,75	196721,28	17053,47	2,48	91,30	1,11
24.LH9	2089 B	184155,80	142489,00	41666,80	6,06	95,39	4,56
Média geral	2134						

\*Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna, constituem um grupo homogêneo, de acordo com o agrupamento de Scott e Knott (1974).

de 5% de probabilidade, nas análises individuais esta significância foi verificada em quatro dos seis ambientes analisados e o teste de Scott-Knott (Scott e Knott, 1974) separou os genótipos em dois grupos distintos de rendimento, com base na média geral (Tabela 3). Os genótipos, portanto, mais produtivos terão prioridade nas avaliações de estabilidade e de adaptabilidade.

No que se refere à metodologia proposta por Annicchiarico (1992), a vantagem principal deste método está no fato de que a seleção de determinada

cultivar para os agricultores é feita considerando-se o risco da mesma ter desempenho inferior a um padrão previamente escolhido, geralmente a cultivar com maior uso em determinada região de cultivo. Nesse caso, o padrão é a média geral das cultivares avaliadas. Dessa maneira, quanto maior for o índice de confiança de uma determinada cultivar, menor será a probabilidade de insucesso desse material. Esse é o objetivo principal dos produtores na escolha da cultivar a ser adquirida.

Sendo assim, pode-se observar que a linhagem

CH 90-1535 superou em 8,2% a média geral do ambiente, considerando a probabilidade de 75%, na safra de 1999/2000. Esse material é o de maior confiabilidade. Neste período de avaliação, destaca-se também a linhagem LP 96-72, que permaneceu 3% acima da média ao longo dos ambientes avaliados. Analisando de outra maneira, verifica-se que a linhagem AN 90-21332 apresentou produtividade média esperada 11% abaixo da média do ambiente (Tabela 3).

Atualmente, o conceito de adaptabilidade seria a capacidade de resposta dos cultivares em função da variação do ambiente; e estabilidade é compreendida como a previsibilidade de comportamento (pequena variação segundo um modelo de resposta pré-determinado ou estimado). Assim, em princípio, as metodologias que se baseiam em análise de variância não estimam a capacidade de resposta dos cultivares (adaptabilidade). Logo, este parâmetro seria estimado apenas com base em metodologias que se baseiam em análise de regressão (Finlay e Wilkison (1963); Eberhart e Russell (1966); Silva e Barreto (1985); Verma *et al.* (1978), Cruz *et al.* (1989).

Em todas essas metodologias, a variável independente é o índice ambiental, dado pela diferença entre a média do ambiente menos a média geral. Ora, uma regressão da média de cada ambiente em função do índice ambiental (média do ambiente menos a média geral, que no caso é uma constante) irá produzir uma estimativa do coeficiente de regressão exatamente igual à unidade que, conforme conceito de adaptabilidade, apresenta adaptabilidade geral.

Na metodologia que é a de Lin e Binns (1988), a estatística  $P_i$ , que é a diferença em relação ao máximo de cada local, também estima a capacidade de resposta dos cultivares, só que em relação a um cultivar hipotético de adaptabilidade geral, pois uma regressão dos máximos de cada local indica genótipos de comportamento que se aproximam de um genótipo hipotético de adaptabilidade geral (Cubero e Flores, 1994). Além disso, como as diferenças em relação ao máximo são elevadas ao quadrado, a estatística  $P_i$  que apresenta propriedade de variância, ou seja, propriedade de estabilidade (previsibilidade de comportamento) – aqueles genótipos de  $P_i$  que apresentam pequenas variações em relação ao comportamento do genótipo hipotético. Ainda como a estatística  $P_i$  é a diferença da produtividade do genótipo em avaliação em relação ao hipotético, esta estatística também leva em consideração a adaptação dos cultivares. Assim, a estatística  $P_i$  mede, num único parâmetro, adaptação, adaptabilidade e estabilidade (Cruz e Carneiro, 2003).

Os genótipos mais estáveis e adaptados, segundo a metodologia de Lin e Binns (1988), foram os

genótipos CH 90-1535 e LP 94-1, pois apresentaram baixas estimativas de  $P_i$ , baixa contribuição para a interação G x A total e ainda por terem se destacado nas médias de produtividade. Os genótipos Carioca e LP 96-72 também são interessantes em razão de terem apresentado estimativas de  $P_i$  relativamente baixas, com contribuição relativamente baixa para a interação genótipos x ambientes além das médias de produtividade serem satisfatórias. Por sua vez, outros genótipos que apresentaram baixa contribuição para a interação genótipos x ambientes, não são promissores devido às reduzidas médias de produtividade, como foi o caso dos genótipos Iapar 44, Diamante Negro, IAC Eté e AN 91-22590. Da mesma forma, os genótipos FT 91-1249, AN 90-21332 e Pérola apresentaram médias de produtividade elevadas, mas com alta influência na interação genótipos x ambientes; conseqüentemente, não são promissores.

De acordo com a literatura pertinente, um genótipo ideal seria aquele com baixa resposta nos ambientes desfavoráveis, mas com capacidade de resposta nos favoráveis (capacidade de responder à melhoria do ambiente) e este tipo de resposta dupla seria dado pelas regressões bissegmentadas, como no método de Cruz *et al.* (1989). Existem modificações na metodologia de Lin e Binns (1988) tornando-a mais adequada (Cruz e Carneiro, 2003). No entanto, neste trabalho, essas metodologias não seriam apropriadas em virtude do baixo número de locais avaliados.

Em relação à metodologia de Wricke (1965), observando-se as estimativas de 'ecovalidade' ( $\omega_i$ ), nota-se que os genótipos AN 91-22590, Iapar 44, Diamante Negro, LP 96-72, CH 90-1535 e IAC Eté apresentaram as estimativas mais reduzidas de  $\omega_i$ . Entretanto, mesmo apresentando baixas estimativas de  $\omega_i$ , o que indica maior estabilidade produtiva, os genótipos AN 91-22590, Iapar 44, D. Negro e IAC Eté apresentaram médias pouco satisfatórias de rendimento. Portanto, segundo esta metodologia, os genótipos LP 96-72 e CH 90-1535 podem ser considerados os mais promissores e, conseqüentemente, os de maior estabilidade produtiva, pois associam baixa estimativa  $\omega_i$  e os melhores rendimentos quando comparados com o grupo de linhagens e cultivares avaliados.

## Conclusão

As linhagens LP 96-72 e CH 90-1535 podem ser recomendadas para cultivo no Estado de Santa Catarina.

## Referências

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *J.*

- Genet. Breed.*, Lodi, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.
- CARNEIRO, J.E.S. *Alternativa para obtenção e escolha de populações segregantes no feijoeiro*. 2002. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento de plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- CRUZ, C.D. *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2, 2003.
- CRUZ, C.D.; A.J. REGAZZI. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 2. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CRUZ, C.D. et al. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. *Rev. Bras. Genet.*, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.
- CUBERO, J.I.; FLORES, F. *Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas*. Junta de Andalucía. 1994.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.
- ELIAS, H.T. et al. Análise da interação genótipo x ambiente na avaliação de cultivares de feijão em Santa Catarina. *Pesq. Agropecu. Gaúcha*, Porto Alegre. v. 5, n. 2. p. 271-275, 1999.
- EPAGRI. *Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2002/2003*. Florianópolis: Epagri, 2002.140 p. (Boletim Técnico, 119).
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian J. Agric. Res.*, East Melbourne, v. 14, p. 742-754, 1963.
- HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, Wageningen, v. 47, p. 195-201, 1990a.
- HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 2: Applications. *Euphytica*, Wageningen, v. 47, p. 195-201, 1990b.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. Stability analysis: where do we stand. *Crop Sci.*, Madison, v. 26, n.5, p.894-899, 1988.
- NUNES, G.H.S. et al. Estabilidade de cultivares de feijão-comum no Estado de Santa Catarina. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 46, p. 625-633, 1999.
- PIROLA, L.H. *Seleção natural e a interação famílias x locais na cultura do feijoeiro*. 2000. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- SCAPIM, C.A. et al. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. *Genet. Mol. Biol.*, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 387-393, 2000.
- SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1985, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba: Esalq, 1985. p.49-50.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- VERMA et al. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theor. Appl. Gen.*, New York, v. 53, p. 89-91, 1978.
- WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. *Z. Pflanzenzuchtung*, Berlin, v. 52, p. 127-138. 1965.

Received on September 01, 2004.

Accepted on October 21, 2005.