

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina

Rogério Luiz Backes^{1*}, Haroldo Tavares Elias², Silmar Hemp² e Waldir Nicknich²

¹Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, Cx. Postal 216, 89.460-000, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil. ²Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Cx. Postal, 791, 89.801-970, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: backes@epagri.rct-sc.br

RESUMO. A seleção de genótipos produtivos e consistentes mediante as variações ambientais é o objetivo básico de um programa de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. Com o objetivo de quantificar a interação genótipo por ambientes e estudar a estabilidade da produção, empregou-se as metodologias de regressão bissegmentada (Cruz *et al.*, 1989); Lin e Binns (1988) e o método tradicional. Os experimentos foram conduzidos em dez localidades do Estado de Santa Catarina nos anos agrícolas de 2000/01 e 2001/02. Cada ensaio foi composto de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto. Os tratamentos foram delineados em blocos completos, casualizados, com quatro repetições. Observou-se que os genótipos BRS Campeiro, AN 9021332, IPR Uirapuru e LP 98-5 apresentaram melhor adaptação geral. Genótipos com adaptação específica foram também identificados; contudo, a única concordância entre as metodologias foi a indicação de IPR Uirapuru para ambientes favoráveis.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, produtividade, previsibilidade de comportamento.

ABSTRACT. *Adaptability and stability of bean genotypes in Santa Catarina State.* The selection of productive and consistent genotypes related to environment variations is the basic objective of genetic breeding of any cultivated species. Therefore, in order to quantify the genotype interaction in environments and also to study the grain yield stability, methods such as the bi-segmented linear regression (Cruz *et al.*, 1989), Lin e Binns (1988) and the traditional method were used. The experiments were carried out in ten locations in *Santa Catarina* in the 2000/01 and 2001/02 growing seasons. Each assay was composed of 13 black bean genotypes, which were assessed in a randomized complete block design with four replications. Data showed that BRS *Campeiro*, AN 9021332, IPR *Uirapuru* and LP 98-5 genotypes had the best general adaptation. Genotypes with specific adaptation were also identified, although the only concordance among the methodologies was the indication of the IPR *Uirapuru* cultivar for favorable environments.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, grain yield, predictable behavior.

Introdução

No Brasil, cultivam-se anualmente mais de quatro milhões de hectares com a cultura do feijoeiro. Na safra 2003/04, foram cultivados cerca de 150 mil ha com essa cultura no Estado de Santa Catarina, com produtividade média de 1147 kg/ha. Nesse estado, distinguem-se duas épocas de semeadura. A semeadura da primeira época é realizada principalmente entre os meses de agosto e outubro, enquanto a segunda época (safrinha) ocorre primordialmente entre os meses de janeiro e fevereiro (Thomé *et al.*, 1997).

A cultura do feijoeiro é desenvolvida em todas as regiões do Estado, sob diferentes condições edafoclimáticas. Assim, há grande variação no rendimento, não só em função dos sistemas de cultivo e níveis de investimento, mas também em consequência das condições climáticas, resultando na interação entre genótipo e ambiente (Elias *et*

al., 1999). A presença dessa interação é uma dificuldade adicional à seleção e recomendação de cultivares, pois o melhor genótipo em um ambiente pode não o ser em outro (Cruz e Regazzi, 1997). A alternativa mais frequentemente utilizada para amenizar a influência dessa interação é a recomendação de cultivares com estabilidade e ampla adaptabilidade (Cruz e Carneiro, 2003). Outra opção seria desenvolver cultivares específicas para cada região. No entanto, há carência de estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de feijoeiro no Estado de Santa Catarina.

Entende-se por adaptabilidade a capacidade genotípica de resposta à melhoria do ambiente. A estabilidade de comportamento seria a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em função das variações ambientais (Cruz e Carneiro,

2003). Todavia, há conceitos diferenciados. No método tradicional (Yates e Cochran, 1938), por exemplo, a estabilidade é expressa pela invariância entre ambientes. Os genótipos que apresentam comportamento regular entre os ambientes são, em geral, pouco produtivos (Cruz e Regazzi, 1997). Assim, as metodologias para estudo da adaptabilidade e estabilidade diferem quanto aos conceitos associados aos parâmetros estimados, procedimentos biométricos adotados, exigências para utilização e número de parâmetros a serem interpretados (Vencovsky e Barriga, 1992). Neste sentido, Cruz *et al.* (1989) propuseram uma extensão à metodologia de Silva e Barreto (1985), visando torná-la operacionalmente mais simples e com propriedades estatísticas mais adequadas aos propósitos do melhoramento. Essa metodologia é baseada em regressão bissegmentada, sendo a adaptabilidade avaliada com base nos coeficientes de regressão e a estabilidade dos genótipos pelo ajuste da regressão. A principal limitação das metodologias baseadas em regressão se refere na utilização dos índices ambientais, os quais são estimados a partir dos próprios genótipos em avaliação, comprometendo a independência entre as variáveis da regressão (Becker e Léon, 1988; Crossa, 1990).

Por outro lado, Huehn (1990) aponta algumas vantagens das metodologias não-paramétricas em relação às paramétricas, entre as quais pode-se citar: a facilidade de uso e interpretação dos parâmetros, a não-necessidade de assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos e o fato da adição ou retirada de um ou poucos genótipos do grupo avaliado não causar grandes variações nas estimativas. Apesar da simplicidade e facilidade de interpretação dos parâmetros de algumas metodologias não-paramétricas, há ressalvas quanto a sua utilização, pois as estatísticas estimadas não são satisfatórias para a análise de performance genotípica, conforme os interesses do melhoramento de plantas.

Carneiro (1998) propôs modificações em algumas metodologias não-paramétricas para adequar as estatísticas aos conceitos recentes de estabilidade e adaptabilidade. Assim, uma das modificações proposta à metodologia de Lin e Binns (1988) teve o objetivo de particularizar a recomendação de cultivares para ambientes favoráveis e desfavoráveis, já que originalmente a recomendação se refere a genótipos de adaptabilidade geral, enquanto a tendência é particularizar a recomendação para ambientes favoráveis e desfavoráveis. O parâmetro P_i a ser interpretado é denominado MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), sendo a classificação dos ambientes feita com base nos índices ambientais. Fazendo uma analogia à proposta de Cruz *et al.* (1989), o genótipo

ideal a ser selecionado e recomendado deve apresentar baixa resposta a ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i} < 1$) e ser responsivo às condições favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} > 1$).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto cultivados em dez ambientes no Estado de Santa Catarina, entre os anos de 2000 e 2002, por meio de três metodologias alternativas.

Material e métodos

Os dados utilizados para a realização deste trabalho são oriundos de ensaios de VCU (valor de cultivo e uso), conduzidos no Estado de Santa Catarina, nos anos agrícolas 2000/01 e 2001/02 pelo Programa de Melhoramento Genético de Feijão da Epagri. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por quatro fileiras de quatro metros. Para efeito de avaliação, foram consideradas as duas fileiras centrais.

Os dez ambientes em que foram conduzidos os ensaios são constituídos de anos, locais e épocas de cultivo. Foram conduzidos três ensaios em Chapecó (1ª e 2ª safra do ano 2000/01 e 2ª safra do ano 2001/02), dois em Campos Novos (1ª safra dos anos 2000/01 e 2001/02), dois em Ituporanga (2ª safra dos anos 2000/01 e 2001/02), um em Canoinhas (1ª safra do ano 2000/01), um em São Carlos (2ª safra do ano 2000/01) e outro em Urussanga (2ª safra do ano 2001/02). A adubação de base e de cobertura foi realizada de acordo com a análise de solo. Não se efetuou controle químico de doenças da parte aérea. A produção de grãos (kg/ha) foi corrigida para 13% de umidade.

Foram avaliados 13 genótipos de feijoeiro do grupo comercial preto, sendo oito cultivares (BRS Valente, Diamante Negro, FTS Soberano, Iapar 44, IPR Uirapuru, TPS Bionobre, TPS Nobre e BRS Campeiro) e cinco linhagens (AN 9021332, CI 9637, CI 9690, LP 98-5 e FT 84-113).

Inicialmente, realizaram-se a análise de variância individual de cada ensaio e a avaliação da homogeneidade dos resíduos dos mesmos. Como a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi inferior a sete, e considerando que o número de repetições dos experimentos foi constante, a análise conjunta foi viável, conforme indicado por Gomes (2000). Na análise conjunta, consideraram-se os efeitos de genótipos fixos e os demais efeitos aleatórios.

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

Pelo método tradicional, realizou-se a análise conjunta dos experimentos e o posterior desdobramento da soma de 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.

A metodologia proposta por Cruz *et al.* (1989) é baseada na análise de regressão bissegmentada, sendo considerados como parâmetros de adaptabilidade a média ($\hat{\beta}_{0i}$) e a resposta linear a ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$). Nessa metodologia, os dois parâmetros de estabilidade são o desvio da regressão de cada cultivar em função das variações ambientais ($\hat{\sigma}_{\delta i}^2$) e o coeficiente de determinação da regressão (R^2). O genótipo ideal a ser identificado deve apresentar média alta, $\hat{\beta}_{1i} < 1$, $\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} > 1$ e $\hat{\sigma}_{\delta i}^2 = 0$. Adicionalmente, foram considerados previsíveis os genótipos cujo coeficiente de determinação da regressão está acima de 80%. As hipóteses $H_o: \hat{\beta}_{1i} = 1$ e $H_o: \hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} = 1$ foram avaliadas pelo teste *t* e, $H_o: \hat{\sigma}_{\delta i}^2 = 0$ pelo teste F, ambos a 5 e 1% de probabilidade.

Conforme proposto por Lin e Binns (1988), estimou-se o valor do 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 apresentar o menor P_i é o mais estável e de adaptabilidade geral. Adicionalmente, o P_i foi decomposto em componentes genético e da interação entre genótipo e ambiente, obtendo-se também a contribuição de cada genótipo para a interação. Conforme proposto por Carneiro (1998), obteve-se a estatística MAEC (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 e biométricas deste trabalho foram realizadas com auxílio do programa Genes, desenvolvido por Cruz (2001).

Resultados e discussão

A análise conjunta dos dez ambientes indicou a existência de efeitos significativos de genótipos, de ambientes e da interação entre ambos (Tabela 1). Os genótipos diferem quanto à produtividade média e seu comportamento não é constante nos diferentes ambientes. A produtividade média foi de 1803,04 kg/ha, acima da média do Estado de Santa Catarina, no mesmo período (Conab, 2002).

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta de dez ensaios, em que foi avaliada a produção de grãos de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto. Epagri, Santa Catarina, anos agrícolas 2000/01 e 2001/02.

F.V.	G.L.	Q.M. ^{1/}	
Blocos/Ambiente	30	387992,9586	
Genótipos (Gen)	12	1427928,5484	**
Ambientes (Amb)	9	38285622,1026	**
Gen x Amb	108	327310,1998	**
Resíduo	360	98657,8715	
Total	519		
Média (kg/ha)		1803,04	
CV (%)		17,42	

^{1/} ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O coeficiente de variação (17,42%) é próximo ao obtido por outros autores para a mesma característica (Carbonell *et al.*, 2001, 2004).

Do total de dez ambientes avaliados, apenas quatro foram considerados favoráveis. Os ambientes com produtividade acima da média foram: Chapecó, na 2ª safra do ano 2000/01 e 1ª safra do ano 2001/02, com produtividade média de 2394,13 e 2228,73 kg/ha, respectivamente, além de Campos Novos, na 1ª safra do ano 2000/01 e Canoinhas, na 1ª safra do ano 2000/01, com 3593,11 e 2509,54 kg/ha.

O parâmetro de estabilidade do método tradicional (Q.M.Amb/Gen_i) é apresentado na Tabela 2. Essa metodologia indicou as cultivares Diamante Negro, TPS Bionobre e Iapar 44 como genótipos mais estáveis do grupo avaliado. Entretanto, todos os quadrados médios de ambientes dentro de genótipo foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste F. Por outro lado, a classificação desses genótipos quanto à média nos dez ambientes de avaliação não foi satisfatória (13º, 7º e 11º, respectivamente), corroborando com a suposição feita por Cruz e Regazzi (1997) de que genótipos com comportamento regular em uma série de ambientes são, em geral, pouco produtivos. Considerando apenas ambientes desfavoráveis, TPS Bionobre teve desempenho satisfatório, sendo o terceiro mais produtivo (1417,26 kg/ha). Porém, em ambientes favoráveis, as três cultivares acima identificadas são exatamente as de menor produtividade, como pode ser observado na Tabela 2.

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade estimados pelo método proposto por Cruz *et al.* (1989). Considera-se que

genótipos com $\hat{\beta}_{li}$ menor que 1,0 são adaptados a ambientes desfavoráveis. Desta forma, entre os genótipos avaliados, apenas as cultivares Diamante Negro e TPS Bionobre seriam recomendadas para cultivo em ambientes desfavoráveis. Esses genótipos, além da adaptabilidade a condições desfavoráveis, aliam alta previsibilidade de comportamento, conforme expresso pela não-significância dos desvios e pela magnitude dos coeficientes de determinação. Não obstante, a cultivar Diamante Negro não apresentou boa produtividade, tanto na consideração da média geral como da média dos ambientes desfavoráveis (Tabela 2). Apenas a cultivar TPS Bionobre deve ser indicada para ambientes caracterizados como desfavoráveis.

Por outro lado, as cultivares BRS Valente e IPR Uirapuru e as linhagens FT 84-113 e CI 9690, quanto à adaptação, seriam passíveis de recomendação específica para ambientes favoráveis, pois apresentaram $\hat{\beta}_{li} + \hat{\beta}_{2i}$ maior que 1,0. No entanto, quanto à produtividade, a linhagem CI 9690 foi um dos genótipos de pior desempenho, tanto na média geral (12º) como na média em ambientes favoráveis (10º) (Tabela 2). Para a cultivar BRS Valente e a linhagem FT 84-113, foi detectada significância dos desvios da regressão, indicando baixa previsibilidade de comportamento, mas os coeficientes de determinação desses genótipos (93,88% e 90,74%, respectivamente) indicam que a imprevisibilidade não deve comprometer a recomendação dos mesmos.

Tabela 2. Parâmetros de estabilidade do método tradicional (Q.M.Amb/Gen.) para produção de grãos de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto cultivados em dez ambientes e médias em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Epagri, Santa Catarina, anos agrícolas 2000/01 e 2001/02.

Genótipos	Q.M.Amb/Gen. ^{1/}	Média (kg/ha)					
		Geral	RG ^{2/}	Ambientes desfavoráveis	RD ^{3/}	Ambientes favoráveis	RF ^{4/}
Diamante Negro	1337789,2907**	1464,03	13º	1107,24	9º	1999,22	13º
TPS Bionobre	1904195,2271**	1872,51	7º	1417,26	3º	2555,38	11º
Iapar 44	2614409,6880**	1626,72	11º	1106,81	10º	2406,59	12º
TPS Nobre	3013507,5001**	1913,01	4º	1367,88	4º	2730,70	7º
IPR Uirapuru	3138468,8396**	1969,26	3º	1417,36	2º	2797,11	5º
CI 9637	3153776,0548**	1663,26	10º	1053,22	11º	2578,32	9º
FT 84-113	3230795,4416**	1912,99	5º	1342,53	5º	2768,68	6º
LP 98-5	3416488,6188**	1891,84	6º	1262,69	7º	2835,55	3º
BRS Campeiro	3596421,2597**	2083,94	1º	1454,83	1º	3027,61	2º
FTS Soberano	3677838,9580**	1808,68	8º	1200,40	8º	2721,10	8º
AN 9021332	4117053,3408**	1981,78	2º	1277,81	6º	3037,73	1º
CI 9690	4370471,1928**	1514,95	12º	806,54	13º	2577,57	10º
BRS Valente	4642129,0883**	1736,53	9º	1012,64	12º	2822,37	4º
Média geral		1803,04		1217,48		2681,38	

^{1/} ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{2/} RG = *Ranking* geral; ^{3/} RD = *Ranking* em ambientes desfavoráveis; ^{4/} RF = *Ranking* em ambientes favoráveis.

Tabela 3. Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade estimados pelo método proposto por Cruz *et al.* (1989) para a produção de grãos de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto cultivados em dez ambientes. Epagri, Santa Catarina, anos agrícolas 2000/01 e 2001/02.

Genótipos	$\hat{\beta}_{li}$ ^{1/}	$\hat{\beta}_{li} + \hat{\beta}_{2i}$ ^{1/}	Q.M.Desvio, ^{2/}		R ²
CI 9637	1,0379	0,7979	264881,5553	*	93,47
CI 9690	1,1847**	1,2889*	135532,9379		97,59
BRS Campeiro	1,0610	1,1023	302726,4963	**	93,45
BRS Valente	1,1575*	1,4653**	365532,4201	**	93,88
AN 9021332	1,2083**	0,3968**	619720,4982	**	88,29
IPR 88 - Uirapuru	0,9445	1,3226*	94807,8031		97,65
LP 98-5	1,0679	1,0832	52723,7603		98,80
FT 84-113	0,9183	1,3119*	384662,6353	**	90,74
FTS Soberano	1,0688	1,2751	86266,0550		98,18
Diamante Negro	0,6364**	0,7321	100615,8727		94,15
TPS Nobre	0,9799	0,9450	282915,7270	**	92,70
TPS Bionobre	0,7955**	0,6778*	166057,8684		93,22
Iapar 44	0,9393	0,6012**	362522,4060	**	89,22

^{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.

Para Cruz e Regazzi (1997), genótipos com coeficientes de determinação acima de 70%, apesar da significância dos desvios da regressão, são passíveis de recomendação.

Nenhum dos genótipos avaliados apresentou o desempenho preconizado como ideal por Cruz e Regazzi (1997), combinando um rendimento satisfatório em ambientes desfavoráveis com responsividade em ambientes favoráveis e

estabilidade produtiva.

Com base nos parâmetros estimados pelo método proposto por Lin e Binns (1988), apresentados na Tabela 4, identificam-se BRS Campeiro, AN 9021332, IPR Uirapuru e LP 98-5 como genótipos de adaptação geral. Esses genótipos apresentam médias gerais satisfatórias, sendo classificados como 1o, 2o, 3o e 6o mais produtivos, conforme pode ser observado na

Tabela 2.

A contribuição desses genótipos para a interação G x A variou de 5,44% a 7,85%, ou seja, é intermediária aos demais genótipos avaliados. Destaca-se, contudo o caso da cultivar BRS Campeiro, em que apenas 40% do desvio se deve ao efeito genotípico e 60% à interação.

Considerando a decomposição proposta por Carneiro (1998), identificam-se AN 9021332, BRS Campeiro, LP 98-5 e BRS Valente como os mais adaptados a ambientes desfavoráveis, ao passo que Iapar 44 e Diamante Negro são identificados como os menos adaptados a esses ambientes. Todavia, a produtividade apresentada por BRS Valente nos ambientes desfavoráveis (1012,64 kg/ha) foi insatisfatória comparativamente aos demais genótipos avaliados (Tabela 2).

Quanto aos ambientes desfavoráveis, também não houve concordância na indicação de genótipos. Por outro lado, houve concordância entre as metodologias de Lin e Binns (1988) e Cruz *et al.* (1989) quanto à indicação da cultivar IPR Uirapuru para ambientes favoráveis. Essa cultivar apresentou boa produtividade nesses ambientes (2797,11 kg/ha) e comportamento previsível.

Para ambientes favoráveis, IPR Uirapuru, TPS Bionobre, BRS Campeiro e TPS Nobre se destacaram como mais adaptados. A cultivar TPS Nobre, porém, apresentou produtividade abaixo da média em ambientes favoráveis, restringindo sua recomendação para ambientes favoráveis, geralmente caracterizados pelo nível de tecnologia empregado.

Houve pouca concordância entre as metodologias quanto à indicação de genótipos adaptados a diferentes condições ambientais. Com base no método proposto por Cruz *et al.* (1989), não foi possível identificar nenhum genótipo de adaptação geral, ao passo que o método de Lin e Binns (1988) indicou BRS Campeiro, AN 9021332, IPR Uirapuru e LP 98-5 como genótipos de adaptação geral. Ressalta-se, neste sentido, que por essa última metodologia sempre se identificam genótipos de adaptação geral, ao passo que, pelo método da regressão bissegmentada, em que se preconiza o genótipo ideal, apenas aquele que se adequar aos critérios de coeficientes de regressão e de desvio da regressão ($\hat{\beta}_{1i} < 1$, $\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} > 1$ e $\hat{\sigma}_{\delta i}^2 = 0$) será indicado.

Tabela 4. Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade estimados pelo método proposto por Lin e Binns (1988) e modificado por Carneiro (1998) para produção de grãos de 13 genótipos de feijoeiro do grupo preto cultivados em dez ambientes. Epagri, Santa Catarina, anos agrícolas 2000/01 e 2001/02.150

Genótipos	Lin e Binns (1988)				Carneiro (1998)			
	P_{ig}	Desvio		Contrib. p/ inter. (%) ^{1/}	P_{id}	RD ^{2/}	P_{ff}	RF ^{3/}
		Genético	Interação					
CI 9637	249767,67	238278,44	11489,23	1,55	267465,63	9	237969,03	10
CI 9690	401286,59	351658,52	49628,07	6,70	351294,19	10	434614,86	13
BRS Camp. ^{4/}	90723,36	36355,02	54368,33	7,34	115140,95	2	74444,96	3
BRS Valente	270152,31	190382,60	79769,71	10,77	230624,07	4	296504,47	12
AN 9021332	111182,93	69121,43	42061,51	5,68	74799,09	1	135438,83	7
IPR Uirapuru	131995,41	73855,35	58140,05	7,85	247200,96	7	55191,70	1
LP 98-5	146914,62	106609,07	40305,55	5,44	196281,78	3	114003,18	5
FT 84-113	182552,10	97065,72	85486,38	11,54	267065,80	8	126209,63	6
FT Soberano	184128,48	148462,50	35665,98	4,81	236066,94	5	149502,84	8
Diam. Negro ^{5/}	498462,96	395658,50	102804,46	13,88	957745,19	13	192274,80	9
TPS Nobre	150452,36	97058,01	53394,35	7,21	243334,60	6	88530,88	4
TPS Bionobre	183483,48	115720,67	67762,82	9,15	371245,21	11	58309,00	2
Iapar 44	324063,78	264168,00	59895,78	8,08	446605,51	12	242369,29	11

^{1/} Contribuição do genótipo *i* para a interação G x A, em %; ^{2/} RD = *Ranking* quanto ao P_i em ambientes desfavoráveis; ^{3/} RF = *Ranking* quanto ao P_i em ambientes favoráveis; ^{4/} BRS Campeiro; ^{5/} Diamante Negro.

Conclusão

Foram identificados genótipos adaptados a ambientes favoráveis (IPR Uirapuru, TPS Bionobre, BRS Campeiro, BRS Valente e FT 84-113) e desfavoráveis (AN 9021332, LP 98-5, BRS Valente e TPS Bionobre). O método proposto por Lin e Binns (1988) permitiu também a indicação de genótipos de adaptação geral (BRS Campeiro, AN 9021332, IPR Uirapuru e LP 98-5). Os genótipos indicados se caracterizam pela produtividade e pelo comportamento previsível. Entretanto, houve pouca

concordância quanto à indicação de genótipos pelas diferentes metodologias adotadas.

Referências

- BECKER, H.C; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.*, Berlin, v. 101, n. 1, p. 1-23, 1988.
- CARBONELL, S.A.M. *et al.* Common bean cultivars and lines interactions with environments. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 164-168, 2004.
- CARBONELL, S.A.M. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado

- de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 2, p. 69-77, 2001.
- CARNEIRO, P.C.S. *Novas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade de comportamento*. 1998. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CONAB. *Intenção de safra 2002/2003, Primeiro levantamento, Outubro de 2002*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20022003Lev01.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2004.
- CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. *Adv. Agron.*, Newark, v. 44, p. 55-85, 1990.
- CRUZ, C.D. et al. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Rev. Bras. Gen.*, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 567-580, 1989.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- CRUZ, C.D. *Programa Genes: Versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. v. 2. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ELIAS, H.T. et al. Análise da interação genótipo x ambiente na avaliação de cultivares de feijão em Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 271-275, 1999.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Degaspari, 2000.
- HUEHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, Dordrech, v. 47, p. 189-194, 1990.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v. 68, n. 68, p. 193-198, 1988.
- THOMÉ, V.M.R. et al. *Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 1997.
- SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: *SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA*, 1., 1985, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Esalq, 1985, p. 49-50.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 28, n. 4, p. 556-580, 1938.

Received on Septembe 01, 2004.

Accepted on May 04, 2005.