

Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção do feijão preto

Juliano Garcia Bertoldo¹, Jefferson Luís Meirelles Coimbra^{1*}, Haroldo Elias Tavares², Silmar Hemp², Gilcimar Adriano Vogt², Fabiani da Rocha¹, Diego Stahelin¹

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção de 12 genótipos de feijão do grupo preto, em nove ambientes. O efeito da interação genótipo x ambiente pode dificultar a recomendação de um cultivar para determinada região. Nesse sentido, a estimativa dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica é de fundamental valia para o melhoramento do feijão. Foram avaliados 12 genótipos oriundos de ensaio de valor do cultivo e uso (VCU) em nove ambientes para o caráter tempo de cocção. As sementes depois de armazenadas em condições de ambiente foram hidratadas e uma amostra de 25 grãos utilizada para o teste de cocção. A partir dos resultados, pôde ser verificado que alguns dos genótipos avaliados foram sensíveis às diversas condições de ambiente encontradas. Entretanto, a maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. Os genótipos IPR Graúna, IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo são passíveis de ser recomendados para as regiões avaliadas de Santa Catarina. Por outro lado, o genótipo BRS Soberano revelou adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém baixa previsibilidade.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., interação genótipo x ambiente, tempo de cozimento.

ABSTRACT

Adaptability and phenotypic stability of cooking time in black beans

The present work aimed at estimating and assessing the parameters of adaptability and phenotypic stability of cooking time in twelve genotypes of the black bean group in nine environments. The interaction between genotype x environment, for some traits, such as the cooking time, may impede the recommendation of a cultivar for a particular region. Therefore, the estimation of the parameters adaptability and stability phenotypic is of fundamental importance in bean improvement. Twelve genotypes were evaluated by the value for cultivation and use in nine environments for cooking time. Beans were stored in ambient conditions and moistened and a sample was used for the cooking test. The results showed that some of the genotypes were sensitive to the different environment conditions. However, most of genotypes showed wide adaptability and high phenotypic stability for cooking time.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genotype x environment interaction, cooking time.

Recebido para publicação em março de 2008 e aprovado em maio de 2009

¹ Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av. Luiz de Camões, 2090. Bairro Conta Dinheiro. 88520-000 Lages, SC. E-mail: coimbrajefferson@cav.udesc.br. *Autor para correspondência.

² Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Cx. Postal, 791, 89801-970, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo amplamente cultivado no Brasil. Além de ser cultivado em diferentes épocas do ano, a preferência do consumidor por determinadas características culinárias, como tempo de cozimento, aroma, sabor, textura, varia de acordo com a região, uma vez que os genótipos apresentam divergências nesses caracteres.

O comportamento dos genótipos frente às diferentes regiões também é diferenciado, o que pode recomendar novos cultivares em ambientes específicos importantes dentro de um programa de melhoramento, de modo que, segundo Coimbra *et al.* (2009), o efeito da interação genótipo x ambiente descreve o comportamento diferencial dos genótipos frente aos ambientes contrastantes. Assim, a presença da interação entre determinado genótipo a um ambiente, para algumas características como rendimento de grãos, pode dificultar a recomendação de um cultivar para grandes áreas geográficas (Araújo *et al.*, 2003). Esse fato que justifica a escolha de cultivares adaptados às condições específicas de cada região ou com ampla adaptabilidade, sendo o ambiente e a interação genótipo x ambiente os principais fatores que afetam o caráter tempo de cocção em cultivares comerciais. As diferenças encontradas em amostras de feijão referentes ao tempo de cocção apresentam componentes genéticos e de ambiente relacionados com a época de plantio, o local de cultivo e possivelmente com a interação desses efeitos (Hosfield *et al.*, 1990). O feijão é utilizado por diversas categorias de agricultores, indo desde a agricultura de subsistência, com escasso ou sem nenhum uso de tecnologia, até o grande empresário agrícola, com a utilização da mais moderna tecnologia de produção (Melo *et al.*, 2007), sendo assim a recomendação de novos cultivares com adaptabilidade específica a características peculiares de uma região pode ser importante, principalmente para os pequenos produtores, agregando tanto características tecnológicas quanto nutricionais.

Nesse sentido, o caráter tempo de cocção em programas de melhoramento, com ênfase na recomendação de um cultivar adaptado e estável a um determinado ambiente é de grande relevância. Ao se analisar uma série de linhagens em vários ambientes é de se esperar que o desempenho não seja idêntico nos vários ambientes, refletindo as diferentes sensibilidades das linhagens às mudanças de ambiente às quais são submetidas (Carbonell *et al.*, 2007). As qualidades tecnológicas e culinárias de grãos de feijão são determinadas pelo genótipo e influenciadas pelo efeito do ambiente durante o crescimento e desenvolvimento das sementes (Dalla Corte *et al.*, 2003). De acordo com Cruz *et al.* (2004), a avaliação da interação genótipos x ambientes torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no

caso de sua existência, há possibilidade do melhor genótipo em um ambiente não poder repetir o mesmo desempenho em outro. Ainda para o mesmo autor, tal fato influencia o ganho por seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. Borém & Miranda (2009) ressaltam que variedades cultivadas em diferentes ambientes podem ter desempenhos relativos distintos. De acordo com Coimbra *et al.* (1999), o uso de métodos apropriados que estimam a adaptabilidade e estabilidade fenotípica serve para caracterizar um grupo de genótipos quanto à sua resposta relativa às variações de ambiente.

Para Backes *et al.* (2005), uma maneira de amenizar a influência da interação genótipo x ambiente seria o desenvolvimento de cultivares específicos para cada região. Porém, os autores relatam que há carência de estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. O estudo da interação entre genótipos e ambientes tem várias implicações em um programa de melhoramento, e na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novos cultivares, sua importância é mais evidente e bastante pronunciada nas condições de cultivo do feijoeiro-comum (Pereira *et al.* (2009a). Dessa forma, a estimativa da adaptabilidade e estabilidade para o caráter tempo de cocção pode servir como base para a seleção desse caráter em programas de melhoramento visando à recomendação de cultivares com adaptabilidade ampla e/ou para regiões específicas.

Considerando esses aspectos, o presente trabalho teve por objetivo estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção de 12 genótipos de feijão do grupo comercial preto em nove ambientes, para verificar a existência de genótipos com adaptabilidade ampla ou específica para os ambientes estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de genótipos de feijão do grupo preto oriundos do ensaio de VCU, foram estimados os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. A semeadura foi realizada na safra de 2006/07 em três municípios de Santa Catarina – Lages, Canoinhas e Chapecó – utilizados para os ensaios de VCU. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por quatro fileiras de quatro metros. Para efeito de avaliação foram consideradas as duas fileiras centrais (área útil). As adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo.

Foi efetuado o controle químico de pragas e plantas invasoras conforme a necessidade, de forma que a cultura não sofresse competição. As doses consistiram na aplicação de 1 L/ha de *s-metolaclo*, *setoxidim* (oxima

ciclohexanodiona) e *metamidofós* (organofosforado). A colheita manual e a trilha das plantas foram realizadas durante o mês de janeiro de 2007, e posteriormente os grãos foram secos em estufa à 26 °C durante cerca de três dias, no intuito de corrigir a umidade para 12%, em média.

As sementes depois de colhidas e trilhadas foram armazenadas em sacos de papel em condições ambientais durante os tempos de 0, 45 e 90 dias. Para cada tempo de armazenamento os grãos foram hidratados, seguindo o método proposto por Garcia-Vela e Stanley (1989), com modificação, e realizado o teste de cocção com a utilização do aparelho cozedor de Mattson, modificado por Proctor & Watts (1987). A modificação no método de hidratação foi a substituição da água destilada por água de consumo. Para a hidratação foi utilizada a relação de 1:4 (uma parte de grãos para quatro partes de água), ou seja, 20 gramas de grãos de feijão para 80 mL de água. Após a hidratação, foram utilizados 25 grãos de feijão escolhidos aleatoriamente para a realização do teste de cocção.

Os genótipos de feijão utilizados no experimento foram nove cultivares comerciais e três linhagens da EPAGRI, todos do grupo preto (Tabela 1). Os nove ambientes foram constituídos de três locais (Lages, Canoinhas e Chapecó) e tempos de armazenamento (0, 45 e 90 dias) nas diferentes combinações: ambiente 1 (Chapecó no tempo de armazenamento 0), ambiente 2 (Chapecó no tempo de armazenamento 45), ambiente 3 (Chapecó no tempo de armazenamento 90), ambiente 4 (Canoinhas no tempo de armazenamento 0), ambiente 5 (Canoinhas no tempo de armazenamento 45), ambiente 6 (Canoinhas no tempo de armazenamento 90), ambiente 7 (Lages no tempo de armazenamento 0), ambiente 8 (Lages no tempo de armazenamento 45) e ambiente 9 (Lages no tempo de armazenamento 90).

A análise estatística do experimento consistiu na análise de variância pelo teste *F* em nível de 5% de significância para o teste de hipótese da nulidade (H_0). O teste de homogeneidade de variância foi realizado a partir do teste de O'Brien.

Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade para os genótipos foram estimados pelo método de regressão linear proposto por Eberhart & Russel (1966), de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{ii}I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : média do genótipo *i* no ambiente *j*; β_{oi} : média geral do genótipo *i*; β_{ii} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do *i*-ésimo genótipo à variação do ambiente; I_j : índice ambiental codificado [$\sum_j I_j = 0$]; δ_{ij} : desvio da regressão para o genótipo *i* no ambiente *j*; e ε_{ij} : erro experimental médio.

O parâmetro estabilidade também foi estimado pelo modelo da ecovalência proposto por Wricke & Weber (1986) para complementar o método de Eberhart & Russel (1966) por meio da equação:

$$\omega_i = \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2$$

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*; e $\bar{Y}_{..}$: média geral.

De acordo com o método proposto por Eberhart & Russel (1966), entende-se como adaptabilidade a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente e por estabilidade a capacidade de eles mostrarem comportamento altamente previsível. Ain-

Tabela 1. Tempo médio de cocção de 12 genótipos de feijão do grupo comercial preto avaliados em nove ambientes (A_1, A_2, \dots, A_9): média geral dos genótipos ($Y_{.j}$) e de ambientes ($Y_{.i}$)

Genótipos	Tempo de cocção (minutos)									$Y_{.j}^*$
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	
FTS Nobre	64	53	61	54	39	45	37	43	52	50 a
FTS Soberano	36	40	54	44	50	47	47	58	54	48 a
Diamante Negro	48	49	59	52	46	52	38	46	54	49 a
BRS Valente	49	55	53	48	61	52	34	42	58	50 a
BRS Campeiro	51	44	60	54	52	54	43	42	48	50 a
BRS Supremo	42	46	63	46	52	50	30	45	58	48 a
IPR Uirapuru	55	65	59	51	52	54	32	65	52	54 a
IPR Graúna	47	48	49	48	57	55	30	43	48	47 a
IPR Chopim	46	54	56	46	55	51	30	49	44	48 a
CHP 98-58	60	54	55	56	55	56	38	47	48	52 a
CHP 98-59	54	48	55	61	49	54	43	56	60	53 a
CHP 99-54	64	55	61	59	46	53	36	54	60	54 a
$Y_{.i}^*$	51 b	51 b	57 a	52 b	51 b	52 b	37 c	49 bc	53 b	50

* letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

da de acordo com esses autores, os genótipos podem ser classificados quanto à adaptabilidade e estabilidade, respectivamente: *i*) genótipos com adaptabilidade geral ou ampla ($B_{ii} = 1$); adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis ($B_{ii} > 1$); adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($B_{ii} < 1$); e *ii*) genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta ($\sigma_{di}^2 = 0$); genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa ($\sigma_{di}^2 > 0$). Por outro, lado o método proposto por Wricke & Webber (1986) preconiza que as estimativas do parâmetro estabilidade, denominado de ecovalência (W_i), são obtidas pela decomposição da $SQ_{G \times A}$, sendo o genótipo considerado mais estável quando o coeficiente (W_i) for baixo (Wricke & Weber, 1986). A ecovalência (W_i) definida por Wricke & Weber (1986) quantifica a contribuição de cada genótipo para o efeito da interação genótipo x ambiente. Em outras palavras, o termo ecovalência refere-se ao genótipo com menor contribuição para a interação genótipo x ambiente (Ramalho *et al.*, 1993; Prado *et al.*, 2001).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados com o auxílio do programa computacional GENES (Cruz, 1997). A análise de variância (F) e o teste estatístico para a comparação entre médias (Teste de Tukey) foram estimados a partir do comando PROC GLM do SAS® (Sas Institute, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo médio de cocção dos genótipos e nos ambientes está representado na Tabela 1. A partir dos resultados obtidos pela comparação de médias pelo teste de Tukey (5% de significância) pode-se verificar que não houve diferenças significativas entre as médias dos genótipos para o tempo de cocção. Em contrapartida, foram observadas diferenças significativas para a média geral dos diferentes ambientes. Tal fato pode estar revelando que ambientes diferenciados podem afetar de forma significativa o caráter tempo de cocção. Nesse sentido, o ambiente 7 (Lages no tempo de armazenamento 0 dia) forneceu a menor média para o tempo de cocção (37 minutos), diferenciando-se estatisticamente dos demais ambientes. Por outro lado, no ambiente 3 (Canoinhas no tempo de armazenamento 90 dias) o tempo de cocção foi o mais elevado (57 minutos). Os demais ambientes não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Tukey.

Os resultados da análise de variância conjunta dos nove ambientes estão apresentados na Tabela 2. Os efeitos principais do genótipo e do ambiente e a interação de genótipo x ambiente (GxE) foram todos significativos ($Pr < 0,05$). O coeficiente de variação foi médio (17,46%), revelando boa precisão experimental, de acordo com a classificação sugerida por Pimentel-Gomes & Garcia (2002). A média do tempo de cocção do experimento foi de 50 minutos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o caráter tempo de cocção em 12 genótipos de feijão do grupo comercial preto em nove ambientes (três locais e três armazenamentos)

F.V.	GL.	Q.M. ⁽¹⁾
Genótipos (G)	11	170,00*
Ambientes (A)	8	1138,88*
GxA	88	99,38*
Resíduo	214	77,01
Total	323	
Média (min)	50	
C.V.(%)	17,46	

* Significativo a 5% de significância pelo teste F.

⁽¹⁾ Os QM já estão multiplicados pelo número de repetições (R = 3) F obtido pela razão entre o QM da fonte de variação e o QMR.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios do tempo de cocção dos diferentes ambientes e o índice de ambiente. O valor deste está relacionado com o modelo de regressão linear simples, que relaciona o valor médio de cada genótipo com o índice de ambiente, promovido pela resposta média dos próprios genótipos. Assim, permite uma estimativa da relação entre o ambiente em estudo onde os genótipos foram avaliados. Por exemplo, para este trabalho menores valores de ambiente foram considerados ideais. Entretanto, o valor do índice de ambiente permite uma primeira compreensão do comportamento dos genótipos frente aos ambientes, não devendo ser conclusivo, necessitando de maiores avaliações.

Os resultados evidenciam uma resposta diferenciada dos genótipos nos diferentes ambientes. Assim sendo, os valores de ambiente foram negativos somente nos ambientes 7 e 8 (Lages no tempo de armazenamento 0 e 45 dias), enquanto nos demais, positivos. Deve ser destacado, de modo geral, que na medida em que o tempo de armazenamento aumentou o tempo de cocção se elevou. No ambiente Canoinhas e nos armazenamentos 0, 45 e 90 dias (ambientes 1, 2 e 3) os valores do índice de ambiente foram 1,08; 0,55; e 6,86, com valores médios de cocção de 51,33; 50,80; e 57,11 minutos. Em Chapecó, nos diferentes tempos de armazenamentos, no tempo 0 (ambiente 4) o valor médio do tempo de cocção foi de 51,61 minutos e o índice de ambiente de 1,36; no tempo 45 (ambiente 5) a média de cocção foi de 51,19 minutos e o índice de ambiente 0,94; e para o tempo de 90 dias (ambiente 6), os valores médios de cocção e o índice de ambiente foram 51,91 minutos e 1,66, respectivamente. No ambiente Lages nos armazenamentos 0, 45 e 90 dias (ambientes 7, 8 e 9), os valores médios de cocção foram 36,47; 48,86; e 52,94 minutos, e os índices de ambiente foram de -13,77; -1,38; e 2,69, respectivamente.

Os resultados revelaram que no ambiente Lages 0 e 45 (7 e 8) houve menor tempo de cocção, quando comparado aos demais ambientes. No entanto, na medida em que houve aumento no tempo de armazenamento, o comportamento de

Tabela 3. Média geral e índice de ambiente para o caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo comercial preto nos nove ambientes (três locais e três tempos de armazenamento)

	Ambientes		Média (min)	Índice (x)
	Local	Armazenamento		
1	Canoinhas	0	51.33	1.0831
2	Canoinhas	45	50.80	0.5565
3	Canoinhas	90	57.11	6.8606
4	Chapecó	0	51.61	1.3606
5	Chapecó	45	51.19	0.944
6	Chapecó	90	51.91	1.6665
7	Lages	0	36.47	-13.7777
8	Lages	45	48.86	-1.3885
9	Lages	90	52.94	2.6948

todos os ambientes foi semelhante, ou seja, pode estar ocorrendo aumento gradativo no tempo de cocção, conforme citado anteriormente. Tal fato é discutido na literatura, sendo inúmeros os artigos que relatam sobre o aumento no tempo de cocção conforme os dias de armazenamento (Pimentel *et al.*, 1988; Esteves *et al.*, 2002; Rios *et al.*, 2003).

Uma vez sendo significativo o efeito da interação genótipo x ambiente, justifica-se o procedimento da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Desse modo, o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, sendo um linear (b) e outro não linear (S^2_{di}) (Eberhart & Russel, 1966), possibilitando a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, respectivamente, para os genótipos em estudo (Tabela 4).

A partir dos resultados, conforme representado na Tabela 4, ficou evidenciado que todos os genótipos apresentam adaptabilidade geral ou ampla para o caráter tempo de cocção, uma vez que não diferiram da unidade ($b = 1$) pelo teste a 5% de probabilidade, exceto o genótipo FTS Soberano, inferior à unidade ($b < 1$), com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Deste modo, todos os

genótipos são passíveis de ser recomendados para as regiões avaliadas do Estado de Santa Catarina, uma vez que não foram diferentes estatisticamente, exceto o genótipo FTS Soberano, cuja indicação seria específica para ambientes em que as condições de cultivo são desfavoráveis.

Na estimativa do parâmetro estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966), os genótipos FTS Nobre, FTS Soberano e IPR Uirapuru revelaram baixa estabilidade ($B \neq 0$), evidenciando comportamento altamente imprevisível frente aos ambientes avaliados (Tabela 4). Porém, a maioria dos genótipos mostrou alta previsibilidade para as condições de ambiente ($B = 0$). Segundo o método proposto por Wricke & Weber (1986), os resultados foram similares, complementando aqueles obtidos segundo o método de Eberhart & Russel (1966). Do mesmo modo, a partir dos resultados incluídos na Tabela 4 obtidos pelo método de Wricke & Weber (1986), ficou evidenciado que os genótipos FTS Nobre, FTS Soberano e IPR Uirapuru são altamente imprevisíveis ($> W_i$).

De acordo com Elias *et al.* (2005), a identificação de linhagens de maior estabilidade fenotípica é uma alterna-

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{ii}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de Eberhart & Russel (1966) e estimativas das Ecovalências (W_j), segundo o modelo de Wricke & Weber (1986), para o tempo de cocção de 12 genótipos de feijão do grupo comercial preto, obtidas no ensaio de VCU avaliados em nove ambientes

Genótipo	β_{oi}	$B_{ii}^{(1)}$	$\sigma^2_{di}^{(2)}$	R^2_i (%)	W_j (%)
FTS Nobre	49.70	1.06 ^{ns}	34.30*	40.4699	14.43
FTS Soberano	47.77	0.16*	30.47*	1.6348	19.59
Diamante Negro	49.37	0.93 ^{ns}	-19.58 ^{ns}	83.7859	1.49
BRS Valente	50.22	1.10 ^{ns}	4.44 ^{ns}	59.3481	7.32
BRS Campeiro	49.85	0.75 ^{ns}	-3.30 ^{ns}	47.7598	5.90
BRS Supremo	47.92	1.51 ^{ns}	-4.24 ^{ns}	79.4843	7.44
IPR Uirapuru	53.85	1.24 ^{ns}	28.65*	50.5832	13.54
IPR Graúna	46.96	1.12 ^{ns}	1.49 ^{ns}	62.8651	6.66
IPR Chopim	47.88	1.17 ^{ns}	-4.62 ^{ns}	70.4236	5.32
CHP 98-58	52.11	0.95 ^{ns}	-5.44 ^{ns}	62.0784	4.87
CHP 98-59	53.26	0.69 ^{ns}	-5.01 ^{ns}	45.5996	5.78
CHP 99-54	54.04	1.28 ^{ns}	3.14 ^{ns}	67.3087	7.60

1/ *: Significativamente diferente de um pelo teste de t, em 5% de probabilidade.

2/ *: Significativamente diferente de zero pelo teste F, em 5% de probabilidade.

tiva muito utilizada pelos melhoristas para reduzir o efeito da interação genótipo x ambiente, bem como possibilita a recomendação de cultivares com maior segurança. Desse modo, com base nos dois métodos utilizados, pode ser destacado o genótipo IPR Graúna, com média de cocção inferior aos demais genótipos (46,96 minutos), adaptabilidade ampla ($B = 1$) e alta previsibilidade nas condições de ambiente avaliadas ($B = 0$). Outros genótipos promissores são o IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo, com adaptabilidade geral e alta estabilidade.

Os resultados revelaram que alguns dos genótipos avaliados foram sensíveis às diversas condições de ambientes encontradas. Carbonell *et al.* (2003) concluíram que as condições locais de obtenção dos grãos para análise de qualidade tecnológica influenciam nos resultados e na diferenciação entre os genótipos, indicando alta interação genótipo x ambiente. Do mesmo modo, Meneguice *et al.* (2005) verificaram em soja que as condições locais de obtenção dos grãos também influenciam nos resultados e na diferenciação entre os genótipos, indicando alta interação genótipo x ano para os três caracteres avaliados. Nesse sentido, a condição local, tanto na etapa de obtenção de grãos quanto no armazenamento, influenciou o tempo de cocção dos genótipos investigados. Assim sendo, um genótipo sensível a determinada condição local pode não o ser em outra. Quando se analisa uma série de linhagens em vários ambientes é de se esperar que o desempenho não seja idêntico nos vários ambientes, refletindo as diferentes sensibilidades das linhagens às mudanças de ambiente as quais são submetidas (Carbonell & Pompeu, 2000).

Na estimativa dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade para o caráter tempo de cocção, a maior parte dos genótipos (92%) apresentou adaptabilidade ampla e alta estabilidade (75%). Desse modo, tais resultados são interessantes para o melhoramento do feijão, uma vez que, de acordo com Ramalho *et al.* (1993), a recomendação de cultivares requer adaptação ampla, dada a diversidade das condições ambientais a que é submetida a cultura do feijoeiro.

De acordo com Pereira *et al.* (2009b), a obtenção de cultivares mais produtivos, com características agrônomicas desejáveis, consistentemente superiores e responsivos às variações ambientais, figura como principal objetivo nos programas de melhoramento de plantas. Assim sendo, uma vez que alguns genótipos avaliados neste trabalho apresentaram adaptabilidade específica, ou seja, foram responsivos aos ambientes avaliados, pode ser possível a criação de programas de melhoramento particulares a determinadas regiões, propiciando a recomendação de novos cultivares em função das condições edafoclimáticas peculiares a uma região. Por exemplo, no Estado do Paraná, no caso do milho, as companhias de sementes dividem o Estado em dois macroambientes (Terasawa Jr *et al.*, 2008).

Os resultados obtidos neste trabalho podem estar demonstrando que esta é uma prática passível de ser utilizada em Santa Catarina para o feijão; ou seja, o melhorista pode utilizar o efeito significativo da interação genótipo x ambiente não como um fator desfavorável ao seu programa, porém como um aliado.

CONCLUSÕES

A maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção.

Os genótipos IPR Graúna, IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo são passíveis de serem recomendados para as regiões avaliadas de Santa Catarina.

O genótipo BRS Soberano revelou adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém baixa estabilidade.

REFERÊNCIAS

- Araújo R, Miglioranza E, Montalvan R, Destro D, Gonçalves-Vidigal M.C & Moda-Cirino V (2003) Genotype x environment interaction effects on the iron content of common bean grains. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3:269-274.
- Backes RL, Elias HT, Hemp S & Nicknich W (2005) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27:309-314.
- Borém A & Miranda, GV (2009) Melhoramento de plantas. Viçosa, Editora Editora Editora UFV. 529 p.
- Carbonell SAM, Carvalho CRL & Pereira VR (2003) Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. *Bragantia*, 62:369-379.
- Carbonell SAM, Chiorato AF, Resende MDV, Dias LAS, Beraldo ALA & Perina EF (2007) Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. *Bragantia*, 66:193-201.
- Carbonell SAM & Pompeu AS (2000) Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:321-329.
- Coimbra JLM, Carvalho FIF, Hemp S & Silva AS (1999) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão de cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em três ambientes distintos. *Ciência Rural*, 29:441-448.
- Coimbra, JLM, Bertoldo, JG, Haroldo TE, Hemp S, Vale NM, Toaldo D, Rocha F, Barili LD, Garcia SH, Guidolin AF & Kopp MM (2009) Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o Estado de Santa Catarina. *Ciência Rural*, 39:355-363.
- Cruz CD (1997) Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Editora UFV. 442 p.
- Cruz CD, Regazzi AJ & Carneiro PCS (2004) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Editora UFV. 480 p.
- Dalla Corte A, Moda-Cirino V, Scholz MBS & Destro D (2003) Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3:193-202.
- Eberhart SA & Russel WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40.

- Elias HT, Hemp S, Scapim CA, Rodovalho MA, Royer MR, Mora F & Barreto RR (2005) Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27:623-628.
- Esteves AM, Abreu CMP, Santos CD & Corrêa AD (2002) Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, 26:999-1005.
- Garcia-Vela LA & Stanley DW (1989) Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*P. vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. *Journal of Food Science*, 54:1080-1081.
- Hosfield GL, Wassami NN & Uebersax MA (1990) Inheritance of physico-chemical seed characters related to culinary quality in dry bean. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 115:492-499.
- Melo LC, Melo PGS, Faria LC, Diaz, JLC, Del Peloso MJ, Rava CA & Costa JGC (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:715-723.
- Meneguice B, Faria RT, Destro D, Júnior NSF & Faria AP (2005) Interação genótipo x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e percentagem de embebição em soja tipo alimento. *Semina*, 26:463-476.
- Pereira DG, Sedyama T, Cruz CD & Reis MS (2009a) Adaptabilidade e estabilidade de reação de genótipos de soja ao oídio, em casa de vegetação. *Bioscience Journal*, 25:42-52.
- Pereira HS, Melo LC, Faria LC, Del Peloso MJ, Costa JGC, Rava CA & Wendland A (2009b). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:29-37.
- Pimentel ML, Miranda P, Costa AF & Miranda AB (1988) Estudo nutricional de linhagens de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 10: 55-65.
- Pimentel-Gomes F & Garcia CH (2002). Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ. 309 p.
- Prado EE, Hiromoto DM, Godinho VPC, Utumi MM & Ramalho AR (2001) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:625-635.
- Proctor JR & Watts BM (1987) Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 20:9-14.
- Ramalho MAP, Santos JB & Zimmermann MJO (1993) Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, UFG. 271 p.
- Rios AO, Abreu CMP & Corrêa AD (2003) Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23:39-45.
- SAS Institute. SAS certification prep guide: base programming. Cary, NC, 2004. 836p.
- Terasawa JR F, Vencovsky R & Koehler H (2008) Environment and genotype-environment interaction in maize in Paraná, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 8:17-22.
- Wricke G & Weber EW (1986) Quantitative genetics and selection in plant breeding. Berlin, Walter de Gruyter. 406p.