



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Sawada Buratto, Juliana; Moda Cirino, Vania; dos Santos Scholz, Maria Brígida; de Moraes Langame,

Diego Eduardo; da Silva Fonseca Junior, Nelson; Cavenaghi Préte, Cassio Egidio

Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 31, núm. 4, octubre-diciembre, 2009, pp. 593-597

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026589007>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão

Juliana Sawada Buratto¹, Vania Moda Cirino^{1*}, Maria Brígida dos Santos Scholz², Diego Eduardo de Moraes Langame¹, Nelson da Silva Fonseca Junior¹ e Cassio Egídio Cavenaghi Prête³

¹Área de Melhoramento e Genética Vegetal, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Instituto Agronômico do Paraná, Rod. Celso Garcia Cid, km 375, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. ²Área de Ecofisiologia, Diretoria Técnica Científica, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. ³Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: vamoci@iapar.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética, o efeito ambiental e a estabilidade para o teor de proteína em grãos. Na safra da seca 2006, foram conduzidos dois experimentos, um para o grupo comercial carioca e outro para o grupo preto, em três locais do Estado do Paraná. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas 0,50 m. Na maturidade fisiológica, retiraram-se amostras de 200 g de grãos de cada parcela experimental; estas foram armazenadas em câmara fria até a realização das análises do teor de proteína. A análise de variância conjunta revelou efeito significativo do genótipo, do ambiente e da interação genótipo por ambiente. Estes resultados indicam a existência de variabilidade genética entre as cultivares e linhagens de feijão estudadas e que esses genótipos comportaram-se de maneira diferenciada nos diferentes ambientes onde foram avaliados. Os genótipos de feijão que apresentaram maiores teores médios de proteína, ampla adaptabilidade e alta estabilidade de comportamento foram: FT120, FT Soberano, Xamego e LP99-96 (grupo preto); BRS Pontal, FT Magnífico, IAC Tibatã, IAPAR 81, IPR Juriti e Pérola (grupo carioca).

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., interação genótipo por ambiente, melhoramento genético.

ABSTRACT. Genetic variability and environmental effect for protein content in common bean grains. The objective this study was to evaluate the genetic variability, environmental effect and stability for the protein content in common bean grains. Two experiments were conducted: one for the carioca group and another for the black group, during the dry season of 2006, in three locations in the state of Paraná. A completely randomized block design was used, with three replications and plots consisting of four rows with 5 m, spaced 0.50m apart. Two-hundred-gram samples were collected from each plot at physical maturity. The grain samples were stored in a cold chamber. A joint analysis of variance showed significant genotype, environment and genotype-environment interaction effects. These results indicate the existence of genetic variability among the genotypes of the common bean, and each genotype showed different behavior in the different environments in which they were evaluated. The genotypes that showed higher average levels of protein, wide adaptability and high behavioral stability were: FT120, FT Soberano, Xamego and LP99-96 (black group); BRS Pontal, FT Magnífico, IAC Tibatã, IAPAR 81, IPR Juriti and Pérola (carioca group).

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genotype-environment interaction, common bean breeding.

Introdução

Os grãos de feijão constituem a principal fonte de proteína de origem vegetal na dieta do brasileiro. A proteína de origem vegetal tem papel essencial na alimentação humana, em virtude do menor custo em relação à proteína de origem animal. Nessa leguminosa, a porcentagem de proteína bruta em base seca nos grãos pode variar de 16 a 33% (GUZMÁN-MALDONADO; PAREDE-LÓPEZ, 1998). Os grãos de feijão são ricos em lisina e limitados em

aminoácidos sulfurados, ao contrário dos cereais que são pobres em lisina e ricos em aminoácidos sulfurados, o que torna a dieta de arroz com feijão, típica dos brasileiros, balanceada em termos de aminoácidos essenciais.

A composição de aminoácidos nos grãos de feijão foi avaliada por Ribeiro et al. (2007) em 19 cultivares de feijão. Os autores observaram, em ordem decrescente, os seguintes aminoácidos essenciais: leucina, lisina, fenilalanina, valina, isoleucina, treonina, histidina e

metionina; e aminoácidos não-essenciais: ácido glutâmico, ácido aspártico, arginina, serina, alanina, glicina, tirosina, prolina e cisteína. Somente os aminoácidos leucina, isoleucina, histidina, valina e treonina apresentaram diferença estatística para local, indicando que eles podem variar em razão do local de cultivo.

O teor de proteína presente no grão é correlacionado negativamente com características agronômicas, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e rendimento de grãos por planta (MELLO FILHO et al., 2004), demonstrando a dificuldade de efetuar a seleção de genótipos com elevados teores de proteína e alto potencial de rendimento. No trabalho efetuado por Lemos et al. (2004), os genótipos de feijão com produtividade de grãos abaixo da média experimental apresentaram os maiores teores de proteína bruta.

Para o caráter teor de proteína total, o controle genético é complexo; a variação do teor de proteína não depende somente do gene que controla a síntese e acumulação de específicas frações de proteína, mas também de genes que controlam outros fatores, tais como: absorção de nutrientes, vigor da planta, maturação, rendimento e tamanho de grãos (REYES-MORENO; PAREDE-LÓPEZ, 1993).

O teor de proteína também pode ser influenciado por fatores ambientais, como diferentes safras e anos agrícolas, localização geográfica, condições edafoclimáticas distintas dos locais de cultivo. A adubação nitrogenada, fornecida à cultura durante o seu desenvolvimento, também pode influenciar o teor de proteína nos grãos. O efeito ambiental na variação do teor de proteína nos grãos de feijão tem sido estudado por vários autores (GOMES JÚNIOR et al., 2005; DALLA CORTE et al., 2003; SORATTO et al., 2005; ANDRADE et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética entre os genótipos, a influência do ambiente e a estabilidade de comportamento para os teores de proteína em grãos de feijão dos grupos comerciais preto e carioca, em diferentes locais de cultivo.

Material e métodos

Foram efetuadas avaliações para o teor de proteína em grãos de cultivares e linhagens de feijão provenientes do programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico do Paraná - Iapar, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -

Embrapa, Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e da FT Pesquisa e Sementes.

A semeadura foi efetuada na safra da seca 2006, no mês de janeiro. Foram conduzidos dois experimentos denominados de Ensaios em Cultivo, um para o grupo comercial carioca e outro para o grupo comercial preto, nos seguintes locais do Estado do Paraná: Mauá da Serra (Latitude 23°54'05" S, Longitude 51°13'46" O e Altitude 1020 m), Pato Branco (Latitude 26°13'43" S, Longitude 52°40'14" O e Altitude 761 m) e Wenceslau Braz (Latitude 23°52'26" S, Longitude 49°48'10" O e Altitude 841 m). Foram avaliados 18 genótipos de cada grupo comercial. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas 0,50 m, com uma população de 15 plantas por metro linear, considerando-se como parcela útil as duas linhas centrais excluindo-se 0,5 m das extremidades. A adubação de base foi efetuada aplicando-se o adubo formulado NPK, 4-30-10, de acordo com a análise química do solo, e efetuou-se a adubação nitrogenada aos 23 dias após a emergência das plantas, com 40 kg de N por ha, na forma de sulfato de amônio. Também foi efetuado o controle químico de plantas invasoras e de pragas quando necessário, utilizando-se de produtos registrados para a cultura do feijão.

Após a maturidade fisiológica (R9), efetuou-se a colheita, e de cada parcela experimental foi retirada uma amostra de 200 g de grãos, a qual foi armazenada em câmara fria, com temperatura de 5,6°C e 33% de umidade.

Para a determinação do teor de proteína, foi utilizado grão livre da presença de insetos, fungos, podridões e danos físicos. Os grãos foram triturados em moinho e o pó obtido foi acondicionado em recipiente plástico. Foram utilizadas duas repetições laboratoriais por amostra de cada parcela experimental. Para a execução das análises laboratoriais, foi utilizado o método de Kjeldhal (AOAC, 1980), utilizando o fator 6,25 para converter o nitrogênio total em proteína bruta e, posteriormente, corrigida para base seca.

O conteúdo de umidade foi determinado pelo método descrito pela AOAC (1984), a determinação foi efetuada em duplicata, com cadinhos de alumínio (com massa conhecida) secos a 105°C, por 3h. A porcentagem de umidade foi determinada pela diferença de peso da amostra.

Inicialmente, efetuou-se a análise de variância individual para cada local, considerando-se os efeitos

de genótipo e ambiente como fixos. O teste de Hartley foi realizado para testar a homogeneidade de variância, sendo este fornecido pela razão entre a maior e a menor variância do erro (RAMALHO et al., 2000). Posteriormente, efetuou-se a análise de variância conjunta e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo método de Scott e Knott a 1% e 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974).

Após a análise conjunta dos dados, foram estimadas a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica pelo método proposto por Eberhart e Russell (1966). As análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 1997).

Resultados e discussão

A análise de variância individual mostrou efeito significativo de genótipo, para ambos os grupos comerciais, em nível de 1% de probabilidade, para todos os locais avaliados (dados não apresentados).

A análise de variância conjunta também apresentou efeitos significativos de genótipos a 1% de probabilidade, para ambos os grupos comerciais, indicando que as cultivares e linhagens avaliadas apresentam variabilidade genética para o caráter teor de proteína nos grãos (Tabela 1).

O efeito ambiental e a interação genótipos por ambientes (GxE) também foram significativos a 1% de probabilidade (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com os trabalhos realizados anteriormente por Dalla Corte et al. (2003) e Kigel (1999). A significância da interação genótipos por ambientes (GxE) para ambos os grupos comerciais revelou comportamento diferenciado das cultivares e linhagens aos

ambientes onde foram avaliadas, indicando que o teor de proteína apresentado por um determinado genótipo avaliado em um local não será necessariamente o mesmo quando avaliado em outra localidade, dificultando a seleção de genótipos com altos teores de proteína.

No presente estudo, os teores médios de proteína no grupo preto variaram de 20,7% (cultivar IPR Gralha em Wenceslau Braz) a 28,7% (cultivar Iapar 44 em Pato Branco). O local que apresentou o maior teor médio de proteína foi Pato Branco, seguido por Mauá da Serra e Wenceslau Braz, com 26,8; 24,9 e 22,5%, respectivamente.

Para os genótipos do grupo carioca, o teor de proteína variou de 20,5% (Linhagem LP01-38, avaliada em Wenceslau Braz) a 27,6% (cultivar BRS Requinte, avaliada em Pato Branco). A média geral do ensaio de Mauá da Serra foi de 25,0%, de Pato Branco 24,94% e de Wenceslau Braz 22,14% (Tabela 2).

Tabela 1. Análise de variância conjunta, média geral e coeficiente de variação (CV) dos teores de proteína em base seca (%) de 18 genótipos de feijão do grupo comercial preto e carioca cultivados em Mauá da Serra, Pato Branco e Wenceslau Braz, no Estado do Paraná, na safra da seca/2006.

FV	GL	Grupo Preto QM	Grupo Carioca QM
Bloco/Ambiente	6	1,85011	1,4493
Genótipo	17	5,5885**	7,0160**
Ambiente	2	258,41**	147,50**
Genótipo x Ambiente	34	1,259**	1,7687**
Erro	102	0,5336	0,6124
Média		24,78	24,05
CV (%)		2,94	3,25

**significativamente diferente pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2. Médias e coeficientes de variação (CV%) dos teores de proteína em base seca (%) de 18 genótipos de feijão do grupo comercial preto e carioca dos ensaios de Mauá da Serra (MS), Pato Branco (PB) e Wenceslau Braz (WB), na safra da seca/2006.

Genótipos	Grupo Comercial Preto			Grupo Comercial Carioca		
	MS	PB	WB	Genótipos	MS	PB
BRS Campeiro	24,7 c	25,8 b	23,3 a	BRS Portal	26,4 a	26,1 b
BRS Valente	24,2 c	27,6 a	23,5 a	BRS Requinte	26,4 a	27,6 a
Diamante Negro	25,9 a	27,5 a	24,4 a	Carioca	22,5 c	24,3 c
FT 120	25,7 a	27,7 a	23,3 a	FT Magnífico	24,8 c	25,9 b
FT Nobre	25,9 a	25,9 b	22,2 b	FT Bonito	23,7 c	25,3 b
FT Soberano	26,3 a	28,3 a	24,2 a	IAC Ete	24,4 c	25,6 b
IAC Una	24,9 b	26,8 a	22,2 b	IAC Tibatã	26,8 a	26,1 b
IAPAR 44	25,2 b	28,7 a	23,0 a	IAPAR 31	25,3 b	24,2 c
IPR Chopim	23,4 c	26,1 b	21,8 b	IAPAR 80	25,2 b	25,5 b
IPR Graúna	23,2 c	27,0 a	22,2 b	IAPAR 81	26,8 a	26,0 b
IPR Uirapuru	24,2 c	25,6 b	21,7 b	IPR Juriti	25,4 b	25,5 b
IPR Tiziu	24,9 b	26,2 b	22,4 b	IPR Saracura	25,6 b	23,8 d
LP98-122	24,9 b	26,5 b	22,2 b	LP01-38	23,7 c	23,5 d
IPR Gralha	23,8 c	25,2 b	20,7 b	LP20-108	24,5 c	24,7 c
LP99-85	24,2 c	27,0 a	21,6 b	LP99-63	25,1 b	22,6 d
LP99-96	25,9 a	27,6 a	22,7 b	IPR Siriri	24,5 c	23,3 d
Rio Tibagi	25,9 a	27,3 a	21,6 b	Pérola	25,3 b	24,7 c
Xamego	25,7 a	27,1 a	22,3 b	Rubi	25,0 b	24,5 c
Média geral	24,9	26,8	22,5		25,0	24,94
CV (%)	2,75	2,71	3,41		3,52	2,20

Valores seguidos da mesma letra pertencem ao mesmo grupo. Teste de Scott e Knott a 5%.

Estudos realizados anteriormente relatam que o teor de proteína nos grãos de feijão variou de 16 a 33% (GUZMÁN-MALDONADO; PAREDE-LÓPEZ, 1998). Em cultivares e linhagens de feijão adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, os teores de proteína variaram de 19,62 a 23,08% (DALLA CORTE et al., 2003), 17 a 23,8% (LEMOS et al., 2004), 23,62 a 25,77% (ANTUNES et al., 1995).

Os teores médios de proteína avaliados em três locais (Tabela 3) variaram de 23,2 a 26,3% para o grupo preto, e o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott classificou os genótipos em dois grupos. As cultivares BRS Valente, Diamante Negro, FT120, FT Soberano, IAPAR 44, Rio Tibagi e Xamego e a linhagem LP99-96 apresentaram maior porcentagem de proteína nos grãos.

Tabela 3. Média do teor de proteína (%), estimativas dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para 18 genótipos de feijão do grupo preto avaliados em Mauá da Serra, Pato Branco e Wenceslau Braz, na safra da seca/2006.

Genótipo	Média ¹	β_{hi}^2	σ_{di}^2 ³	R ² _i (%)
BRS Campeiro	24,6 b	0,5748**	-0,1779 ns	100,00
BRS Valente	25,1 a	0,9292 ns	1,4939**	83,17
Diamante Negro	25,9 a	0,7206*	-0,1553ns	99,55
FT 120	25,6 a	0,997 ns	-0,1779 ns	100,00
FT Nobre	24,7 b	0,8894 ns	1,7021**	80,11
FT Soberano	26,2 a	0,9212 ns	-0,1519 ns	99,68
IAC Una	24,7 b	1,0664 ns	-0,1574 ns	99,81
IAPAR 44	25,6 a	1,2804*	0,4737 ns	96,01
IPR Chopim	23,8 b	0,9814 ns	0,294 ns	95,13
IPR Graúna	24,1 b	1,0745 ns	1,7574**	85,10
IPR Uirapuru	23,8 b	0,9005 ns	-0,099 ns	98,99
IPR Tiziu	24,5 b	0,8581 ns	-0,0895 ns	98,76
LP98-122	24,5 b	0,9927 ns	-0,1053 ns	99,24
IPR Gralha	23,2 b	1,0416 ns	0,1043 ns	97,35
LP99-85	24,3 b	1,2386 ns	-0,0761 ns	99,31
LP99-96	25,4 a	1,1175 ns	-0,0457 ns	98,91
Rio Tibagi	25,0 a	1,3134*	0,7107*	94,89
Xamego	25,0 a	1,1028 ns	0,1965 ns	96,88

¹Valores seguidos da mesma letra pertencem ao mesmo grupo, Teste de Scott e Knott a 5%; ** significativamente diferente de um, pelo teste t, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; *** significativamente diferente de zero, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade.

O estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica, utilizando a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966), revelou que as cultivares FT120, FT Soberano e Xamego e a linhagem LP99-96, além de apresentarem maiores teores de proteínas, exibiram ampla adaptabilidade ($\beta_{hi}=1$) e estabilidade ($\sigma_{di}^2=0$) de comportamento com R²_i > 90% (Tabela 3).

Para o grupo carioca, os teores médios de proteína avaliados em três locais (Tabela 4) variaram de 22,5 a 25,9%; os genótipos foram agrupados em duas classes pelo teste Scott e Knott, a 5% de probabilidade, destacando-se para maiores percentuais as cultivares BRS Pontal, BRS Requinte, FT Magnífico, IAC Tibatá, IAPAR 81, IPR Juriti e

Pérola. Essas cultivares, exceto a BRS Requinte, também se destacaram das demais por apresentarem ampla adaptabilidade e alta previsibilidade para teor de proteína nos grãos.

Tabela 4. Média do teor de proteína (%), estimativas dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para 18 genótipos de feijão do grupo carioca avaliados em Mauá da Serra, Pato Branco e Wenceslau Braz, na safra da seca/2006.

Genótipo	Média ¹	β_{hi}^2 ²	σ_{di}^2 ³	R ² _i (%)
BRS Pontal	25,2 a	1,1443 ns	-0,1987 ns	99,92
BRS Requinte	25,9 a	1,1874 ns	0,746*	89,01
Carioca	23,2 b	0,2322**	1,3566**	15,87
FT Magnífico	24,5 a	0,8011 ns	0,5528 ns	82,24
FT Bonito	23,4 b	1,1524 ns	1,3174**	82,66
IAC Eté	23,6 b	1,4117*	0,7523*	91,92
IAC Tibatá	25,2 a	1,3064 ns	-0,0665 ns	98,54
IAPAR 31	23,8 b	0,9992 ns	0,2662 ns	92,06
IAPAR 80	24,1 b	1,2929 ns	-0,1009 ns	98,88
IAPAR 81	25,1 a	1,3547 ns	0,0217 ns	97,79
IPR Juriti	24,3 a	1,14 ns	-0,1788 ns	99,64
IPR Saracura	24,0 b	0,7586 ns	1,3218**	67,32
LP01-38	22,5 b	1,073 ns	-0,2035 ns	99,98
LP20-108	23,6 b	0,9793 ns	-0,1534 ns	99,04
LP99-63	23,1 b	0,8709 ns	2,5417**	60,14
IPR Siriri	23,2 b	0,7739 ns	0,4434 ns	83,47
Pérola	24,4 a	0,6218 ns	-0,0656 ns	93,84
Rubi	23,9 b	0,9005 ns	-0,108 ns	97,87

¹Valores seguidos da mesma letra pertencem ao mesmo grupo, Teste de Scott e Knott a 5%; ** significativamente diferente de um, pelo teste t, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; *** significativamente diferente de zero, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade.

Conclusão

Os teores de proteína nos grãos de feijão podem variar em razão do local de cultivo, do efeito da interação genótipos por ambiente e da variabilidade genética presente entre as cultivares e linhagens avaliadas neste estudo.

Os genótipos de feijão que apresentaram maiores teores médios de proteína, ampla adaptabilidade, alta estabilidade e previsibilidade de comportamento para o teor de proteína foram: FT120, FT Soberano e Xamego e a linhagem LP99-96 do grupo comercial preto; e BRS Pontal, FT Magnífico, IAC Tibatá, IAPAR 81, IPR Juriti e Pérola do grupo comercial carioca, podendo ser utilizados como genitores em programas de melhoramento visando à biofortificação de grãos de feijão.

Agradecimentos

Ao Instituto Agronômico do Paraná, pela infraestrutura e apoio para a realização do trabalho e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Referências

- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.

- ANTUNES, P. L.; BILHALVA, A. B.; MOACIR, C. S.; GERMANO, J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratá-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência.**, v. 1, n. 1, p. 12-18, 1995.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 13. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1980.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis.** 14. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1984.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes:** aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- GOMES JUNIOR, F. G. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.
- GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; PAREDE-LÓPEZ, O. Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans and botanicals. In: MAZZA, G. (Ed.). **Functional foods:** biochemical and processing aspects. New York: Chapman and Hall, 1998. p. 293-328.
- KIGEL, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. **Biotechnologie, Agronomie, Society et Environnement**, v. 3, n. 4, p. 205-209, 1999.
- LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.
- MELLO FILHO, O. L.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ANDRADE, G. A. M.; DIAS, R. R.; PIOVESAN, N. D. Selection of high protein content and high yield soybean families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 171-177, 2004.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000.
- REYES-MORENO, C.; PAREDE-LÓPEZ, O. Hard-to-Cook Phenomenon in common bean: a review. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.
- RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARNEGNEUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMAN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

Received on February 22, 2008.

Accepted on May 21, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.