



Variabilidade genética para proteína e rendimento de grãos em populações de feijão

Patrícia Medianeira Grigoletto Londero¹, Nerinéia Dalfollo Ribeiro²,
Evandro Jost¹ e Alberto Cargnelutti Filho³

Resumo - O objetivo deste trabalho foi identificar populações segregantes de feijão com alto teor de proteína e alto rendimento de grãos, bem como estudar a correlação entre essas características. Os cruzamentos foram realizados em casa-de-vegetação, segundo o esquema de dialélicos completos, entre quatro genitores (TPS Nobre, Guapo Brillhante, BRS Expedito e UTF-1 Balisa). As populações obtidas (genitores, F_1 's, F_1 's recíprocos, F_2 's e retrocruzamentos) foram avaliadas em campo durante a primavera/verão de 2003/04, em delineamento de blocos ao acaso, com duas repetições. Após a colheita, foi feita a determinação do teor de proteína bruta e do rendimento de grãos nas 28 populações. Os resultados obtidos não revelaram presença de variabilidade genética para teor de proteína, apesar de que todas as populações obtidas apresentaram alto teor protéico. Já, diferenças significativas foram observadas nas populações segregantes com relação ao rendimento de grãos. Correlação negativa entre proteína e rendimento de grãos foi obtida. Três grupos foram formados para teor de proteína em feijão com 55% de dissimilaridade genética.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., similaridade genética, correlação, seleção.

Genetic variability fo protein and grains yield in common bean populations

Abstract - The objective of this study was to identified common bean segregant populations with high protein content and high grain yield as well as the possible correlation of these characteristics. Crossings were performed inside a greenhouse using the complete diallel approach, among four parents (TPS Nobre, Guapo Brillhante, BRS Expedito and UTF-1 Balisa). The populations obtained (parents, F_1 's, F_1 's reciprocals, F_2 's and backcrossing) were assessed in the field during spring/summer 2003/04, using a complete randomized experimental blocks design with two replications. The protein content and grains yield were determined in the 28 populations. The results did not showed genetic variability for protein content in the populations. Every populations showed high protein content. Then significant differences was observed in segregant population for grain yield. Negative correlation between protein content and grain yield was observed. Three groups to content protein were formed with 55% genetic dissimilarity.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genetic similarity, correlation, selection.

¹ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista CAPES.

² Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM. 97105-900. Santa Maria, RS. E-mail: neiadr@smail.ufsm.br (Autor para correspondência)

³ Professor, Doutor, Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 91509-900. Porto Alegre, RS. E-mail: cargnelutti@fcav.unesp.br

Recebido para publicação em 06/03/2007



Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais espécies que contribui como fonte protéica para a alimentação humana em vários países, sobretudo para o Brasil (RAMALHO et al., 1993). Além disso, fornece quantidades significativas de outros nutrientes, como carboidratos, vitaminas, minerais e fibra (LAJOLO et al., 1996).

O consumo de proteínas na dieta é imprescindível pelo fato de serem componentes essenciais a todas as células vivas e estarem relacionadas praticamente a todas as funções fisiológicas (BOBBIO e BOBBIO, 1989). A proteína encontrada no feijão é rica em lisina, porém limitada em aminoácidos sulfurados, metionina e cistina (EVANS e BANDEMER, 1967).

Presença de variabilidade genética para teor de proteína em grãos de feijão tem sido relatada, com valores compreendidos na faixa de 18 a 30% de proteína bruta (MUTSCHLER e BLISS, 1981; HOSFIELD et al., 1984; ANTUNES et al., 1995; LEMOS et al., 1996; ESCRIBANO et al., 1997; RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002; RAMOS JÚNIOR et al., 2002; DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004). Esses autores identificaram genótipos com alto teor protéico: Rosinha-G2 (ANTUNES et al., 1995), Goiano Precoce (LEMOS et al., 1996; DALLA CORTE et al., 2003), Princesa (RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002), CNFP 8019 (RAMOS JÚNIOR et al., 2002), Aporé, RELAV 37-19, Porto Real e EL 49 (LEMOS et al., 2004). Além disso, há relatos de que cultivares de feijão do grupo comercial preto apresentam maior teor médio de proteína bruta nos grãos (RAMOS JÚNIOR et al., 2002; RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002).

Acredita-se que dois ou quatro genes maiores com interação complexa estejam envolvidos no controle genético do teor de proteína em feijão, embora estimativas de herdabilidade no sentido amplo variando de 30% a 64%, tenham sido verificadas, indicando forte efeito da variação ambiental (LELEJI et al., 1972). Entretanto, herdabilidade, no sentido restrito, de 88% foi observada mais recentemente, sugerindo pouco efeito do ambiente sob essa característica (ELIA et al., 1996).

Hibridações controladas entre genitores com alto teor de proteína possibilitaram a obtenção de populações F_2 com alto teor protéico nos grãos de feijão (MUTSCHLER e BLISS, 1981; WASSIMI et al., 1988). Sendo assim, é possível a utilização de cruzamentos direcionados para o desenvolvimento de linhagens de feijão de maior teor de proteínas.

No entanto, correlação negativa entre o teor de proteína e o rendimento de grãos foi observada (LELEJI et al., 1972; LEMOS et al., 2004). Como anteriormente mencionado, efeitos significativos da interação genótipo x ambiente têm sido relatados na literatura para proteína em feijão (LEMOS et al., 1996; DALLA CORTE et al., 2003). Além do que, Carvalho et al. (2001) relatam que o rendimento de grãos,

também é uma característica muito influenciada pelo ambiente, possuindo baixa herdabilidade. Os resultados conflitantes encontrados na literatura sugerem que a seleção para maior teor de proteína em grãos de feijão será eficiente, desde que se tenha melhor entendimento dos efeitos genéticos, ambientais e da interação genótipos x ambientes.

Dessa maneira, o desafio para o melhoramento da qualidade nutricional do feijão está na identificação de linhagens com alto teor de proteína e com alto rendimento de grãos. Assim, o objetivo desse trabalho foi investigar a presença de variabilidade genética para proteína e para rendimento de grãos em populações segregantes de feijão, obtidas a partir do cruzamento entre quatro genitores do grupo preto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul (RS). Os genitores utilizados para o estudo da variabilidade genética foram definidos em experimento prévio, conduzido no ano agrícola de 2001/02 (RIBEIRO et al., 2005). Assim, selecionaram-se quatro genitores contrastantes para teor de proteína bruta (PB) do grupo comercial preto: **1**: TPS Nobre (19,30% PB), **2**: Guapo Brilhante (19,78% PB), **3**: BRS Expedito (29,00% PB) e **4**: UTF-1 Balisa (30,62% PB), que foram cruzados aos pares, segundo a metodologia de dialelos completos, com a utilização dos recíprocos (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Os blocos de cruzamentos foram constituídos em 2003, em casa-de-vegetação, utilizando-se vasos plásticos com capacidade para 5kg de solo, com duas plantas por vaso. Os cruzamentos foram realizados sem emasculação de acordo com a técnica descrita por Peternelli e Borém (1999). As sementes F_1 's foram obtidas durante o período de fevereiro a maio, e as hibridações controladas foram repetidas entre os meses de julho a novembro de 2003. As sementes F_2 's foram obtidas pela autofecundação natural das plantas F_1 's e as sementes dos retrocruzamentos (RC) foram obtidas em novembro, a partir do cruzamento entre plantas F_1 com um dos genitores.

A fim de garantir o desenvolvimento normal das plantas de feijão foram realizadas irrigações diárias, controle de doenças e de insetos, sempre que necessário. À medida que as vagens de feijão atingiram a maturação fisiológica realizou-se a colheita de forma individual.

Os genitores e as populações obtidas foram avaliados a campo em solo caracterizado como Alissolo Hipocrômico argilúvico típico. A semeadura ocorreu em 21 de novembro de 2003 em área do Departamento de Fitotecnia, da UFSM-RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com duas repetições e 28 tratamentos (genitores, F_1 's, F_1 's recíprocos, F_2 's e retrocruzamentos). Cada parcela foi constituída de uma

linha de 1m de comprimento para as populações F_1 's, F_1 's recíprocos, retrocruzamentos e genitores, com 10 plantas por metro linear. Para as populações F_2 's usaram-se duas linhas de 1m de comprimento, devido a presença de maior variabilidade genética.

O solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada no sulco de semeadura, de acordo com a interpretação da análise química do solo. A adubação nitrogenada em cobertura foi parcelada em duas aplicações de 40kg ha⁻¹ de nitrogênio nos estádios vegetativos de primeira e terceira folhas trifolioladas - V3 e V4, respectivamente. Os tratos culturais, como controle de insetos e de plantas invasoras, foram realizados sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição (CEPEF, 2003).

A colheita e a triagem das plantas foram realizadas manualmente e, após a retirada das impurezas, os grãos foram secos ao sol e em estufa, até atingir umidade média de 12%. Amostras de 20g de grãos de cada população foram preparadas para as análises de proteína bruta, sendo quantificado por microkjeldal ($N \times 6,25$), e realizadas em duplicata para cada uma das duas repetições (AOAC, 1995). O rendimento de grãos foi determinado em gramas por planta.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias das populações foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott. A seguir, determinou-se a matriz de distância generalizada de Mahalanobis entre as 28 populações de feijão, que foi utilizada como medida de dissimilaridade para a análise de agrupamento dos genótipos pelo método hierárquico de ligação simples, considerando o modelo do vizinho mais próximo (CRUZ e REGAZZI, 1997). As análises foram realizadas com o auxílio do programa de informática Genes (CRUZ, 2001). Também realizou-se a análise de correlação de Pearson entre as variáveis.

Resultados e Discussão

Para teor de proteína bruta em grãos de feijão não foi constatada diferença significativa entre os genitores e as diferentes populações obtidas (Tabela 1). No entanto, apesar de não ter sido possível a identificação de variabilidade genética, todas as populações apresentaram elevado teor de proteína. Considerando que alimentos de origem vegetal são amplamente consumidos, as populações obtidas no presente estudo representam uma alternativa para aumentar a qualidade protéica das dietas, sem custo adicional, o que pode trazer benefícios a grande parcela da população que não dispõe de recursos financeiros para incluir proteínas de origem animal, diariamente na sua alimentação. A administração de proteína na dieta é imprescindível, pois sua deficiência na primeira infância pode induzir distúrbios

irreversíveis e produzir transtornos no desenvolvimento corporal e intelectual (FONSECA MARQUES e BORA, 2000).

Com relação ao rendimento de grãos, diferenças significativas foram observadas. A utilização do teste de Scott-Knott (Tabela 2) possibilitou a estratificação de dois grupos: alto rendimento (22,03 a 14,31g/planta) e baixo rendimento (13,45 a 4,71g/planta).

Os coeficientes de variação ambiental (C_{Ve}) obtidos para proteína bruta (7,05%) e para rendimento de grãos (19,34%) indicam presença de efeito ambiental atuando sobre essas características (Tabela 1). O índice B, que corresponde a relação entre o coeficiente de variação genético (C_{Vg}) e o coeficiente de variação ambiental (C_{Ve}), demonstra maior variabilidade genética nas populações estudadas para rendimento de grãos quando comparada a proteína bruta. Além disso, o coeficiente de determinação genotípico (h^2) obtido pode ser considerado alto para rendimento (72,72%) e médio para proteína bruta (33,39%), indicando maior facilidade para a seleção e, também maior ganho genético, para rendimento de grãos.

As variáveis teor de proteína e rendimento de grãos apresentaram correlação negativa ($r = -0,46$) (Tabela 1), indicando que à medida que ocorre o incremento na porcentagem de proteína bruta, reduz-se o rendimento de grãos em feijão, como já observado por Leleji et al. (1972), Mustchler e Bliss (1981) e por Lemos et al. (2004).

No presente estudo, a população RC5 [(Guapo Brillante x UTF1-Balisa) / UTF1-Balisa] apresentou 28,71% de PB, o que correspondeu a um incremento de 17% de proteína bruta em relação a média dos seus genitores (24,50%PB); já o rendimento de grãos foi extremamente baixo (4,71g/planta), comparado com a média dos genitores (13,17g/planta). Esses resultados sugerem dificuldades para a seleção de linhagens que agreguem alto teor de proteína bruta e alto potencial de rendimento de grãos.

No entanto, Leleji et al. (1972) verificou que, apesar de existir correlação negativa entre teor de proteína bruta e rendimento de grãos, muitas variações podem ocorrer, não inviabilizando assim a seleção para as duas características simultaneamente. O baixo rendimento de grãos, provavelmente, está relacionado com a alta quantidade de proteína produzida, o que, segundo os autores, é justificado pelo fato de que as plantas de feijão que possuem alto teor protéico tendem a produzir poucas flores e poucas vagens, resultando numa baixa eficiência de produção.

Os teores de proteína bruta verificados nos grãos das populações de feijão variaram de 22,32% em F_1A' (2 x 1) a 28,87% em RC4 [(2 x 3) x 3] (Tabela 2). Os valores encontrados estão dentro da faixa de variação protéica normalmente observada em feijão (MUTSCHLER e BLISS, 1981; HOSFIELD et al., 1984; LEMOS et al., 1996; ESCRIBANO et al., 1997; RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002; RAMOS JÚNIOR et al., 2002; DALLA CORTE et al., 2003;

Tabela 1 - Análise de variância de proteína bruta e rendimento de grãos de 28 populações de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2004.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio (1)	
		Proteína Bruta (%)	Rendimento (g/planta)
Blocos	1	0,87	12,14
Populações	27	4,85ns	31,14*
Resíduo	27	3,23	8,50
Média		25,49	15,07
CVg (%)		3,53	22,33
CVe (%)		7,05	19,34
Índice B (CVg/CVe)		0,50	1,15
h ² (%)		33,39	72,72
DMS-Tukey (5%)		7,41	12,02
Correlação	-0,46+		

(1) * = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns = não significativo.

CVg (%) = coeficiente de variação genético.

CVe (%) = coeficiente de variação ambiental.

Índice B = relação CVg/CVe.

h² = coeficiente de determinação genotípico (sentido amplo).

+ coeficiente de correlação linear significativo, em nível de 5%, pelo teste t com 54 graus de liberdade.

LEMOS et al., 2004). Assim, pode-se esperar que as hibridações controladas entre genitores com alto teor de proteína possibilitem a obtenção de populações F₂ com alto teor protéico, a semelhança do observado por Wassimi et al. (1988).

Por meio da interpretação dos resultados do dendrograma, constatou-se a formação de dois grupos, com 100% de dissimilaridade (Figura 1). O grupo 1 foi formado apenas pelo RC5 [(2x4) x4] e o grupo 2 constituído pelas demais populações e genitores.

Alternativamente, pode-se considerar a formação de três grupos, com distâncias próximas a 55% entre os mesmos: grupo 1, composto pelo RC5 [(2x4) x4]; grupo 2, constituído pelo RC4 [(2x3) x3]; e o grupo 3 foi formado pelas demais populações e genitores. A identificação de similaridade genética possibilita a melhor sistematização na

conservação de germoplasma, evitando-se que amostras muito similares sejam preservadas como acessos diferenciados. Além disso, a realização de cruzamentos entre germoplasma não aparentado (dissimilar), pode aumentar as chances de obtenção de populações segregantes com variabilidade genética superior em plantas autógamas.

O melhoramento concomitante das características teor de proteína e rendimento de grãos é desejado pelos melhoristas de feijão. Acredita-se que a seleção simultânea de ambas características poderá ser efetiva em gerações mais avançadas do programa de melhoramento, desde que, depois de avaliadas as linhagens mais produtivas de feijão, seja determinado o teor de proteína nos grãos, em maior número de ambientes, devido aos efeitos da interação genótipo x ambiente.

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA PROTEÍNA E RENDIMENTO DE GRÃOS EM POPULAÇÕES DE FEIJÃO

Tabela 2 - Médias do teor de proteína bruta e do rendimento de grãos de 28 populações de feijão. Santa Maria – RS, UFSM, 2004.

População*	Proteína Bruta (%)	Rendimento de Grãos (g/planta)
G ² (2x2)	23,43	22,03 a
G ¹ (1x1)	25,72	19,99 a
F ¹ A' (2x1)	22,32	19,88 a
F ¹ F(3x4)	22,68	19,84 a
RC1 [(1x2)x1]	23,56	19,49 a
G3 (3x3)	25,36	17,87 a
F ² 1 (1x2)	26,13	17,23 a
F ¹ A (1x2)	23,69	17,08 a
F ² 4 (2x3)	25,43	16,86 a
F ² 2 (1x3)	25,86	16,74 a
F ¹ B (1x3)	25,19	16,57 a
F ¹ E' (4x2)	26,05	16,44 a
F ¹ C' (4x1)	25,63	16,23 a
F ¹ C (1x4)	26,09	16,07 a
F ¹ B' (3x1)	25,61	15,70 a
RC3 [(1x4)x4]	26,71	15,46 a
F ¹ D (2x3)	25,18	14,52 a
F ¹ D' (3x2)	26,25	14,51 a
RC2 [(1x3)x3]	24,17	14,31 a
G4 (4x4)	25,04	13,45 b
RC4 [(2x3)x3]	28,87	13,38 b
F ¹ E (2x4)	23,95	12,90 b
F ¹ F' (4x3)	25,89	12,61 b
RC6 [(3x4)x3]	27,34	11,23 b
F ² 3 (1x4)	26,68	9,43 b
F ² 5 (2x4)	25,46	9,31 b
F ² 6 (3x4)	26,77	8,12 b
RC5 [(2x4)x4]	28,71	4,71 b
Média	25,49	15,07
C.V. (%)	7,05	19,34

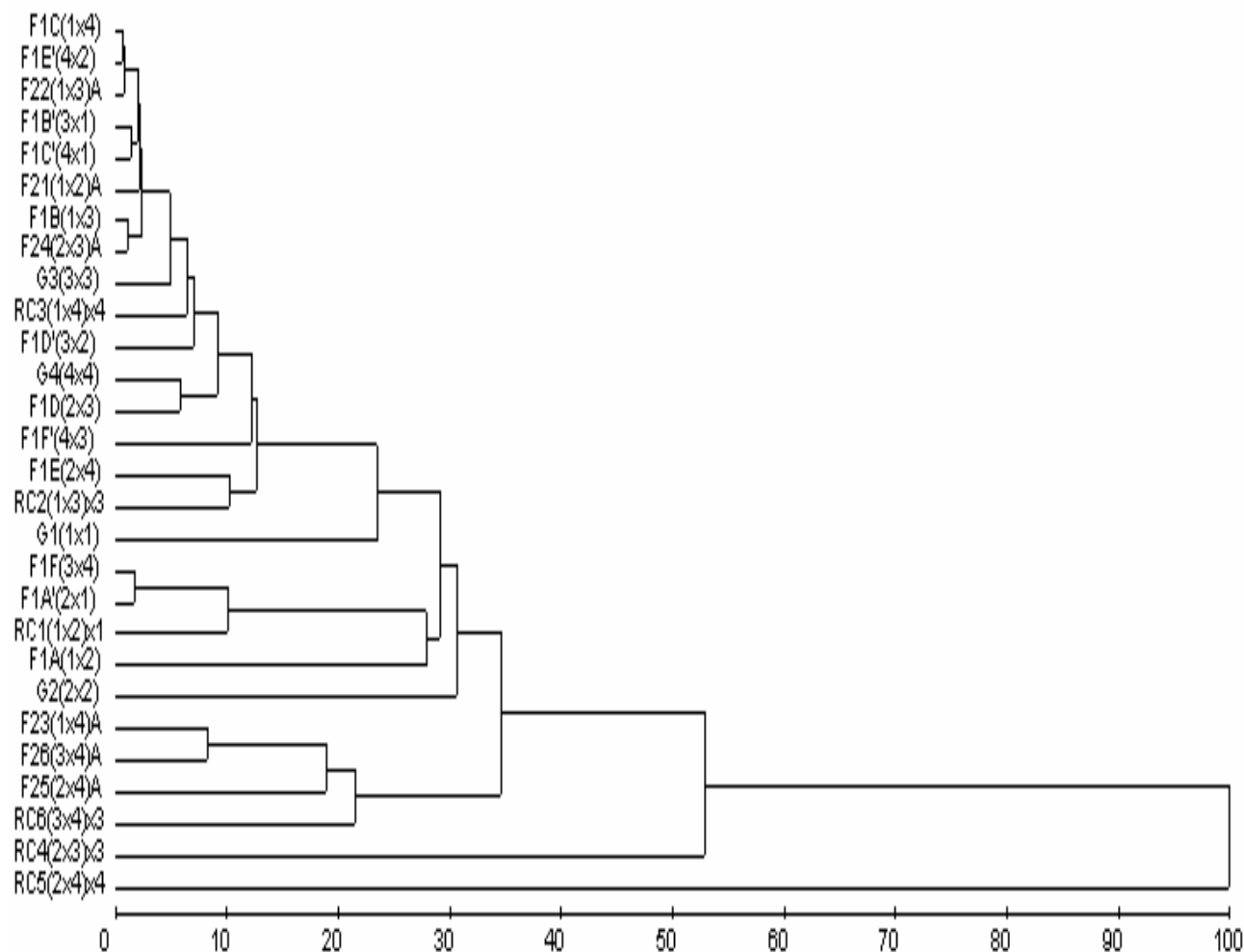
*: G: genitor (1. TPS Nobre; 2. Guapo Brilhante; 3. BRS Expedito; 4. UTF1 – Balisa).

F₁: população obtida do cruzamento entre dois genitores.

F₂: população obtida da autofecundação de plantas F₁.

RC: população obtida do cruzamento entre plantas F₁ com um dos genitores.

** Genótipos com médias não seguidas da mesma letra diferem, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Scott-Knott.



G: genitor (1. TPS Nobre; 2. Guapo Brillhante; 3. BRS Expedito; 4. UTF1-Balisa).

F₁: população obtida do cruzamento entre dois genitores.

F₂: população obtida da autofecundação de plantas F₁.

RC: população obtida do cruzamento entre plantas F₁ com um dos genitores.

Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridade obtido pelo método de agrupamento "vizinho mais próximo", baseado nas distâncias generalizadas de Mahalanobis entre 28 populações de feijoeiro. Santa Maria- RS, UFSM, 2004.

Conclusões

A partir dos cruzamentos possíveis entre os genitores TPS Nobre, Guapo Brillhante, BRS Expedito e UTF-1 Balisa obteve-se populações segregantes com alto proteína bruta, apesar de não ter sido constatada variabilidade genética.

O teor de proteína bruta em grãos de feijão apresenta correlação negativa com o rendimento de grãos.

Três grupos podem ser considerados para teor de proteína bruta em feijão, com 55% de dissimilaridade genética.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo financiamento deste projeto. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa à pesquisadora Nerinéia Dalfollo Ribeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas dos alunos Patrícia Medianeira Grigoletto Londero e Evandro Jost.

Referências

- ANTUNES, P.L.; BILHALVA, A.B.; ELIAS, M.C. et al. Valor Nutricional de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), Cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 12-18, 1995.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Washington, DC.: AOAC, 1995. 2000 p.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. Proteínas e Aminoácidos. In: _____. **Introdução à Química de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1989. Cap. 2, p. 71-108.
- CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J. et al. Princípios Básicos da Herdabilidade. In: _____. **Estimativas e Implicações da Herdabilidade como Estratégia de Seleção**. Pelotas:UFPEL, Universitária, 2001. Cap. 1, p. 11-25.
- CEPEF. **Indicações Técnicas para a Cultura do Feijão no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: UPE, 2003. 149 p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Versão Windows, Aplicativo Computacional em Genética e Melhoramento. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- _____; REGAZZI, A.J. Análise Dialélica. In: _____. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. Cap. 5, p. 131-285.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S. et al. Environment Effect on Grain Quality in Early Common Bean Cultivars and Lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.
- ELIA, F.M.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Inheritance of Cooking Time, Water Absorption, Protein and Tannin Content in Dry Bean and their Expected Gain from Selection. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 39, n. 2, p. 266-267, 1996.
- ESCRIBANO, M.R.; SANTALLA, M.; RON, A.M. Genetic Diversity in Pod and Seed Quality Traits of Common Bean Populations from Northwestern Spain. **Euphytica**, Netherlands, v. 93, n. 1, p. 71-81, 1997.
- EVANS, R.J.; BANDEMER, S. Nutritive Value of Legume Seed Proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 15, n. 3, p. 439-443, 1967.
- FONSECA MARQUES, M.F.; BORA, P.S. Composición Química y Análisis de Aminoácidos de Alubias. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, Reynosa, v. 2, n. 5, p. 248-252, 2000.
- HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A.; ISLEIB, T.G. Seasonal and Genotypic Effects on Yield and Physic-Chemical Seed Characteristics Related to Food Quality in Dry, Edible Beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, n. 2, p. 182-189, 1984.
- LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade Nutricional. In: ARAUJO, S.R. et al. **Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 23-56.
- LELEJI, O.I.; DICKSON, M.H.; CROWDER, L.V. et al. Inheritance of Crude Protein Percentage and its Correlation with Seed Yield in Beans, *Phaseolus vulgaris* L. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 2, p. 168-171, 1972.
- LEMONS, L.B.; DURIGAN, J.F.; FORNASIERI FILHO, D. et al. Absorção de Água e Teor Protéico em Sementes de Genótipos de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA, 1996. p. 515-517.
- LEMONS, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C. et al. Características Agrônomicas e Tecnológicas de Genótipos de Feijão do Grupo Comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.4, p. 319-326, 2004.
- MUTSCHLER, M.A.; BLISS, F.A. Inheritance of Bean Seed Globulin Content and its Relationship to Protein Content and Quality. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 2, p. 289-294, 1981.
- PETERNELLI, L.A.; BORÉM, A. Híbridação em Feijão. In: BORÉM, A. **Híbridação Artificial de Plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 269-294.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Estimativas de Parâmetros Genéticos e Fenotípicos de alguns Caracteres do Feijoeiro. In: _____. **Genética Quantitativa em Plantas Autógamas**: Aplicações ao Melhoramento Genético do Feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. Cap. 7, p. 171-189.
- RAMOS JÚNIOR, E.U.; LEMOS, L.B. Comportamento de Cultivares de Feijão quanto à Produtividade e Qualidade dos Grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 263-266.
- _____; _____. PALOMINO, E.C. Características Produtivas e Tecnológicas de Genótipos de Feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p.267-269.
- RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; HOFFMANN JUNIOR, L.; et al. Dissimilaridade Genética para Teor de Proteína e Fibra em Grãos de Feijão dos Grupos Preto e de Cor. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 167-173, 2005.
- WASSIMI, N.N.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Combining Ability of Tannin Content and Protein Characteristics of Raw and Cooked Dry Beans. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 3, p. 452-458, 1988.