

# Estimativas de parâmetros genéticos clássicos para proteínas totais em feijão-caupi

Estimates of classical genetic parameters for total crude protein in cowpea

---

*Danielle Carolina Campos da Costa<sup>1</sup>;  
Carlos Antônio Fernandes Santos<sup>2</sup>;  
Samila Samea da Silva Souza<sup>1</sup>*

## Resumo

Neste trabalho foram estimados parâmetros genéticos para subsidiar trabalhos de melhoramento do feijão-caupi para maior teor de proteínas total. Linhagens F6 e gerações dos cruzamentos IT97K-1042-3 x Canapu e IT97K-1042-3 x BRS Tapaihum foram quantificadas para o teor de proteína total pelo método microKjeldhal. As linhagens F6 foram avaliadas em condições de sequeiro, em blocos ao acaso com duas repetições, enquanto as gerações foram avaliadas em ambiente irrigado, sem delineamento experimental. Todas as variáveis analisadas nas linhagens F6 apresentaram significância, com coeficientes de variação de 2,9% a 50,7%. Os valores da variância de dominância foram considerados como zero, por causa das estimativas negativas obtidas. Os valores da herdabilidade no sentido restrito foram 84,32% e de 45,21% nos cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum, respectivamente. Toda a variância genética observada nos dois cruzamentos decorreu dos efeitos aditivos dos genes. As estimativas do número de genes foram em torno de 5,0 e 6,0 para os cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum, respectivamente. Esses

---

<sup>1</sup>Estudante de Biologia da UPE, bolsista PIBIC CNPq/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. E-mail: casantos@cpatsa.embrapa.br.

resultados indicam que o caráter proteína total bruta é controlado por um número reduzido de genes em feijão-caupi, podendo o acúmulo de alelos favoráveis ser obtido em poucas gerações de seleções.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, cruzamento, proteínas, herdabilidade.

## Introdução

O feijão-caupi, feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma excelente fonte de proteínas – 23% - 25% em média – e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos – 62%, em média – vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura – teor de óleo de 2%, em média – e não conter colesterol por ser um alimento vegetal (ANDRADE JÚNIOR, 2002).

É uma espécie rústica, bem adaptada às condições de clima e solo do Semiárido e, ao mesmo tempo, possuidora de grande variabilidade genética, que a torna versátil, podendo ser utilizada em diferentes sistemas de produção, tradicionais ou modernos (FREIRE FILHO et al., 1994). O feijão-caupi é a mais importante leguminosa produtora de grãos do Semiárido brasileiro, e exerce a função de suprir parte das necessidades protéicas das populações mais carentes da região (TEIXEIRA et al., 1988).

No Nordeste do Brasil ainda não foi realizada uma avaliação sistemática da composição bioquímica e da qualidade nutricional das cultivares de feijão-caupi geneticamente melhoradas, com algumas poucas exceções (GRANGEIRO et al., 2005). A falta de referências na literatura brasileira sobre a quantificação de proteínas totais e minerais de feijão-caupi torna esse contexto muito preocupante e de difícil comparação com outras cultivares de feijão-caupi desenvolvidas nas diversas regiões do País.

O objetivo desse trabalho foi estimar parâmetros genéticos clássicos para subsidiar trabalhos de melhoramento do feijão-caupi para proteínas e obter informações genéticas básicas, como herdabilidade e número de genes, que possam acelerar o desenvolvimento de novas cultivares de feijão-caupi.

## Material e Métodos

As linhagens F6 avaliadas para a quantificação de proteínas totais em feijão-caupi seco resultaram dos cruzamentos de genótipos adaptados com duas introduções do IITA – Agricultural Research of Development in Africa –, IT97K-1042-3 e IT99K-216-48-1, que apresentam altos teores de minerais e proteínas. Os cruzamentos feitos foram IT99K-216-48-1 x BRS Tapainhum, IT97K-1042-3 x BRS Tapainhum, IT97K-1042-3 x Linhagem T16 Canapu, IT99K-216-48-1 x Canapu Curaçá, IT97K-1042-3 x BRS Pujante, IT97K-499 x Linhagem T16 Canapu. Esses cruzamentos foram feitos para a obtenção de linhagens F6, que foram avaliadas em delineamento de blocos casualizados, duas repetições, em condições de sequeiro, no Campo Experimental da Caatinga, Petrolina, PE, em 2010.

A quantificação de proteínas totais em feijão seco foi realizada pelo método de microKjeldhal, como descrito pela Association of Official Analytical Chemists (1995). A 0,02 mg de amostra de feijão seco moído foram adicionados 5 mL de solução digestora ácida. A digestão foi realizada em bloco digestor, com aumento gradativo da temperatura - até 370°C - para completa fixação do nitrogênio proteico em amônio, na forma de sulfato de amônio. O nitrogênio foi então destilado, sendo submetido à reação com 15 mL hidróxido de sódio e, simultaneamente, à destilação por arraste de vapor e recolhido na forma de amônia em 10 mL de solução de ácido bórico a 2%, formando íons borato, que foram titulados com ácido clorídrico padronizado para quantificação do nitrogênio proteico, e posterior conversão em teor de proteínas totais.

Foram avaliadas 750 amostras, com duplicatas, para proteína total. Os resultados foram expressos em percentual de proteína, com correção para massa seca. As análises de proteínas totais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido. Os resultados de proteínas foram submetidos às análises de variância e de correlações simples com apoio do sistema SAS (SAS INSTITUTE, 1989).

Para estimativas dos parâmetros genéticos foram analisadas as gerações dos parentais, dos F1s, F2s e retrocruzamentos dos cruzamentos IT97K-1042-3 x Canapu e IT97K-1042-3 x BRS Tapainhum, conforme procedimentos descritos por Cruz e Regazzi (1994), usando análise de gerações segregantes e não segregantes, no procedimento Biometria, do aplicativo Genes (CRUZ, 2006). As diferentes gerações foram avaliadas em condições irrigadas, sem delineamento experimental, no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE, 2010.

## Resultados e Discussão

Das 107 linhagens instaladas no campo, apenas 87 produziram sementes para a quantificação de proteínas e minerais. A menor relação avaliadas/instaladas foi observada no cruzamento IT97K-1042-3 x BRS Pujante, sugerindo que as linhagens desse cruzamento apresentaram baixa tolerância ao estresse hídrico. O maior número de linhagens avaliadas foi obtido nos cruzamentos IT99K216-48-1 x BRS Tapaihum e IT97K1042-3 x BRS Tapaihum (Tabela 1), que apresentaram precocidade para a floração, pois ocorreram 'veranicos' no local do experimento. Todas as variáveis analisadas apresentaram significância (valor-p de 0,05% ou 0,01%), com coeficientes de variação de 2,9% a 50,7%, sugerindo alta variabilidade para todos os caracteres avaliados e adequadas condições experimentais (Tabela 1).

O maior valor de proteínas totais, 34,1%, foi observado no cruzamento IT97K1042-3 x BRS Tapaihum (Tabela 1), indicando situação favorável para elevação significativa do teor de proteínas totais em cultivares de feijão-caupi adaptadas às condições de cultivo do Vale do São Francisco. Para todos os demais cruzamentos foram observados valores máximos de proteínas totais em torno de, ou superior, a 30%, que é superior ao valor médio de 25% reportado para a espécie *V. unguiculata* (IQBAL et al., 2006). Nielsen et al. (1993) reportaram valores para proteína total variando de 22,9% a 32,5% para 100 linhagens elites do programa do IITA.

Os parentais dos cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum foram contrastantes para o teor de proteína total, com diferenças em torno de 30% entre o parental IT97K-1042-3 para os outros dois parentais (Tabela 2). Para Cruz e Regazzi (1994), parentais contrastes é um requisito para a correta estimativa de parâmetros genéticos pela análise das médias e das variâncias. Nos parentais, a maior variância foi observada no 'Canapu' e a menor no 'IT97K-1042-3' (Tabela 2). Essa maior variância no parental Canapu pode ser atribuída ao fato de que essa variedade representa uma mistura de seleções realizadas por produtores, enquanto a menor variância do parental IT97K-1042-3 pode ser atribuída às sucessivas autofecundações e seleções realizadas por centros de pesquisas.

**Tabela 1.** Número de linhagens instaladas e avaliadas, média e valores máximo e mínimo, média geral, quadrado médio de tratamentos e coeficiente de variação para produção de grãos, proteínas e minerais quantificados para 87 linhagens F6 de feijão-caupi oriundas de seis diferentes cruzamentos, avaliadas em condições de sequeiro, Petrolina, PE, 2010.

Cruzamentos	Número de linhagens Valores		Valores	Produção g/parcela	Proteínas %
	Instaladas	Avaliadas			
IT99K216-48-1 x BRS Tapaihum	23	23	Mínimo	61,6	25,8
			Máximo	281,8	30,3
			Média	193,9	28,2
IT97K1042-3 x BRS Tapaihum	19	19	Mínimo	57,1	24,6
			Máximo	317,2	34,1
			Média	191,8	28,4
IT97K1042-3 x Li- nhagem T16 Canapu	19	16	Mínimo	20,2	26,4
			Máximo	281,4	31,4
			Média	123,1	28,8
IT99K216-48-1 x Canapu Curaçá	12	10	Mínimo	9,3	27,2
			Máximo	172,0	29,5
			Média	95,8	28,0
IT97K1042-3 x BRS Pujante	16	5	Mínimo	36,3	22,5
			Máximo	182,0	29,0
			Média	72,8	26,8
IT97K-499 x Linha- gem T16 Canapu	18	14	Mínimo	56,6	25,8
			Máximo	239,7	30,0
			Média	137,3	27,7
Total	107	87	-	-	-
Média Geral	-	-	-	148,1	28,2
QMTratamentos	-	-	-	12588**	4,58**
Coeficiente de va- riação	-	-	-	50,7	2,9

\*\* e \* significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 2.** Número de plantas (N), média e variância, sem (Normal) e com transformação dos dados originais para raiz quadrada + 1 (Sqrt), para seis gerações do cruzamento IT97K- 1042-3 x Canapu e IT97K-1042-3 x BRS Tapaihum. Petrolina, 2011.

Geração	N	Média		Variância	
IT97K-1042-3 x Canapu		Normal	Sqrt	Normal	Sqrt
IT97K-1042-3	21	31,15	5,670	0,168	0,0013
Canapu	34	22,09	4,804	1,163	0,1245
F1	48	23,88	4,988	0,783	0,0079
F2	195	25,20	5,114	4,997	0,0472
RC1 (F1x IT97K- 1042-3)	18	25,74	5,169	2,300	0,0217
RC2 (F1xCanapu)	84	22,41	4,836	1,836	0,0196
IT97K-1042-3 x BRS Ta- paihum	N	Média	Variância		
		Normal	Sqrt	Normal	Sqrt
IT97K-1042-3	22	31,09	5,664	0,25	0,0020
BRS Tapaihum	25	24,35	5,033	1,27	0,0127
F1	15	26,55	5,247	2,33	0,0215
F2	138	26,17	5,210	2,87	0,0263
RC1 (F1x IT97K-1042-3)	35	28,03	5,386	2,28	0,0194
RC2 (F1xBRS Tapaihum)	47	25,15	5,112	2,05	0,0195

Os resultados de estimativas de parâmetros genéticos foram próximos nos dois cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum para todos os parâmetros estimados, sendo os valores da variância de dominância considerada como zero, por causa das estimativas negativas obtidas para esse parâmetro (Tabela 3). Os valores da herdabilidade no sentido restrito foram considerados elevados para o cruzamento IT97K-1042-3 X Canapu e moderada para o cruzamento IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum (Tabela 3), indicando maiores dificuldades para aumento do teor de proteína no último cruzamento, em decorrência de uma maior contribuição de fatores não genéticos no controle do caráter.

**Tabela 3.** Resultados de estimativas de parâmetros genéticos das populações de feijão-caupi IT97K- 1042 x Canapu e IT97K-1042-3 x BRS Tapaihum, com transformados dados originais para raiz quadrada + 1. Petrolina, 2011.

Parâmetros genéticos	Cruzamentos	
	IT97K-1042-3 x Canapu	IT97K-1042-3 x BRS Tapaihum
Variância fenotípica	0,0473	0,0263
Variância ambiental	0,0074	0,0144
Variância genotípica	0,0398	0,0119
Variância aditiva	0,0531	0,0137
Variância de dominância	0,0000	0,0000
Herdabilidade ampla e restrita (%)	84,32	45,21
Valor máximo nos pais	32,02*	32,02
Valor mínimo nos pais	19,97*	22,33
Valor máximo na F2	34,12*	31,10
Valor mínimo na F2	19,49*	22,86
Número de genes	4,57	5,58

\*Dados originais, sem transformação para raiz quadrada + 1.

Toda a variância genética observada nos dois cruzamentos decorreu de efeitos aditivos dos genes (Tabela 3). As estimativas do número de genes foram em torno de 5,0 e 6,0 para os cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS Tapaihum, respectivamente (Tabela 3), sugerindo que o caráter proteína total bruta é controlado por um número reduzido de genes, podendo, o acúmulo de alelos favoráveis, ser obtido em poucas gerações de seleções.

Quarenta e quatro linhagens que apresentaram produção de grãos em condições de estresse hídrico e com maiores teores de proteínas totais superior a 28% foram selecionadas para avaliações em vários ambientes do Vale do São Francisco e diferentes densidades populacionais para diferentes portes das plantas, visando à recomendação de novas cultivares de feijão-caupi adaptadas à região.

## Conclusão

As estimativas das herdabilidades no sentido restrito foram de moderada a alta e do número reduzido de genes nas gerações dos cruzamentos IT97K-1042-3 X Canapu e IT97K-1042-3 X BRS, indicam uma maior contribuição do efeito aditivo dos alelos no caráter proteína total do feijão-caupi, sugerindo que o aumento no caráter pode ser atingido com algumas gerações de seleções.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro. Aos colegas do laboratório de Genética da Embrapa Semiárido.

## Referências

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, 1995. Disponível em: <[http://openlibrary.org/books/OL22480111M/official\\_methods\\_of\\_analysis\\_of\\_AOAC\\_International](http://openlibrary.org/books/OL22480111M/official_methods_of_analysis_of_AOAC_International)>. Acesso em: 15 fev. 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2006. 175 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro. **Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na Região do Nordeste**. Petrolina, Embrapa Semiárido; Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/caupinordeste.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2010.
- GRANGEIRO, T. B.; CASTELLÓN, R. E. R.; ARAÚJO, F. M. M. C.; SILVA, S. M. de S. e; FREIRE, E. de A.; CAJAZEIRAS, J. B.; NETO, M. A.; GRANGEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição bioquímica da semente. In: FILHO, F. R. F.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 338-365.
- IOBAL, A.; KHALIL, I. A.; ATEEO, N.; KHAN, M.S. Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, London, v. 97, p. 331-335, 2006.
- NIELSEN, S. S.; BRANDT, W. E.; SINGH, B. B. Genetic variability for nutritional composition and cooking time of improved cowpea lines. **Crop Science**, Madison, v. 33, p. 469-472, 1993.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**, version 6. 4th ed., v. 1. Cary, 1989. 890 p.
- TEIXEIRA, S. M.; MAY, P. H.; SANTANA, A. C. de. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 99-136.