

# Interação Genótipo x Ambiente para Teor de Proteína Total em Linhagens de Feijão-Caupi

Genotype x Environment  
Interaction for Total Protein  
Content in Cowpea Strains

---

*Danielle Carolina Campos da Costa<sup>1</sup>, Carlos Antônio Fernandes Santos<sup>2</sup>, Samila Samea da Silva Souza<sup>1</sup>, Weslany Roberto da Silva Vitorino<sup>3</sup>*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação genótipo x ambiente para o teor total de proteínas em linhagens de feijão-caupi, avaliadas em sete ambientes diferentes para possibilitar a seleção, registro e recomendação de novas cultivares para a região do Vale do São Francisco. Foram analisadas amostras de feijão-caupi de experimentos conduzidos em três ambientes irrigados e em quatro ambientes de sequeiro no Nordeste brasileiro. A quantificação de proteínas totais em feijão seco foi realizada pelo método químico de Kjeldhal. Nos dois experimentos foi observada interação significativa genótipo x ambiente ( $p < 0,01$ ) nas linhagens avaliadas. Foram identificadas cinco linhagens com valores médios de proteínas em torno de 30% no grão. Os resultados indicam a real possibilidade da recomendação de cultivares de feijão-caupi com teor de proteína superior a 20% em relação a algumas cultivares comerciais disponíveis para o Vale do São Francisco.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, proteínas, genótipo x ambiente.

---

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC CNPq/Embrapa Semiárido, estudante de Biologia, UPE, Petrolina, PE.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, carlos-fernandes.santos@embrapa.br.

<sup>3</sup>Assistente A da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

## Introdução

O feijão-caupi é a principal fonte de proteína de origem vegetal na região semiárida brasileira. A maioria das cultivares atualmente em uso contém de 22% a 25% de proteínas em seus grãos (VASCONCELOS et al., 2010). Essa leguminosa é cultivada, principalmente, no Semiárido brasileiro por causa de sua capacidade de tolerância ao estresse hídrico e a solos pobres, quando comparado com outras leguminosas importantes como feijão comum e grão-de-bico (RIBEIRO, 2002).

De acordo com Cruz e Regazzi (1994), a avaliação da interação genótipo x ambiente torna-se de grande importância no melhoramento, pois no caso de sua existência, há possibilidades de um genótipo ser superior em um determinado ambiente, mas não o ser em outro. As causas da interação têm sido atribuídas a fatores fisiológicos.

O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre a interação genótipo x ambiente para o teor de proteínas totais, que possibilitem o registro, proteção e recomendação de novas cultivares para a região do Vale do São Francisco.

## Material e Métodos

As amostras foram coletadas em feijão-caupi seco proveniente de dois experimentos: 1) experimento de competição de linhagens de feijão-caupi com alto teor proteico, tipo ereto e de crescimento determinado (CLPED), com 21 tratamentos, e 2) experimento de competição de linhagens de feijão-caupi com alto teor proteico, tipo semirramador (CLPSR), com 23 tratamentos. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Uma amostra de grãos de cada parcela foi quantificada para o teor de proteína total. Os experimentos foram conduzidos em três ambientes irrigados em Limoeiro do Norte, CE, Petrolina, PE e Petrolândia, PE, e em quatro ambientes de sequeiro em Petrolina, PE, Dormentes, PE, Acauã, PI e Massaroca – Juazeiro, BA.

A quantificação de proteína total em feijão seco foi realizada pelo método de Kjeldhal (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL

CHEMISTS, 1995). Adicionou-se 5 mL de solução digestora ácida a 0,02 mg de amostra de feijão seco moído. A digestão foi realizada em bloco digestor, com aumento gradativo da temperatura (até 370 °C) para a 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 de 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 analisadas 924 amostras em duplicata, para teor total de proteínas. Os resultados obtidos foram expressos em % de proteína, com correção para massa seca. As médias para proteínas totais dos experimentos foram calculadas com programa de planilha eletrônica. Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância conjunta com apoio do sistema de análise estatística Sisvar.

## Resultados e Discussão

Foi observada diferença estatística significativa ( $p < 0,01$ ) para os quadrados médios de tratamentos, dos locais e da interação locais\*ambiente nos dois experimentos avaliados (Tabelas 1 e 2). O coeficiente de variação foi em torno de 4% e o teor médio de proteína total em torno de 26% para os dois experimentos. Santos et al. (2008) observaram interação significativa quando avaliaram outras linhagens e/ou cultivares de feijão-caupi no Vale do São Francisco.

Quinze linhagens apresentaram valores médios superiores aos valores de três cultivares controle no experimento de tipo semirramador e ramador. O maior valor, de 30,07%, foi observado na linhagem 01-C2R, oriunda dos parentais IT97K1042 x Tapaihum (Tabela 1). O valor médio das linhagens 01-C2R, 02-C3S e 08-C3F foram superiores em quase 20% à média dos valores observados nas três cultivares de feijão-caupi avaliadas no trabalho (Tabela 1). As linhagens com valores superiores a 27,37%, ou seja, 10% superior à média de 24,88% observada nas três cultivares, apresentaram grão com tegumento preto (3), marrom (2) e bege (1) (Tabela 1), que têm ampla aceitação pelos consumidores locais, exceto o de coloração preta, que poderá ser uma alternativa para o preparo da tradicional feijoada.

**Tabela 1.** Valores máximos e mínimos, cor do grão, quadrados médios, coeficiente de variação (CV) e média geral para teores de proteína total, em 20 linhagens e três cultivares de feijão-caupi, de porte semirramador e ramador, avaliadas em sete ambientes irrigados e de sequeiro.

Tratamento	Parentais	Cor do grão	Teor de Proteína (%)		
			Máximo	Mínimo	Média
01-C2R	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	32,24	26,37	30,07 <sup>A</sup>
02-C3S	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	32,26	26,09	29,28 <sup>B</sup>
08-C3F	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	33,05	27,24	28,92 <sup>B</sup>
04-C3Q	IT97K1042 x T16 Canapu	Bege	34,84	24,87	27,62 <sup>C</sup>
18- C1V	IT99K216 x Tapaihum	Preto	30,19	24,85	27,57 <sup>C</sup>
06-C6P	IT97K499 x T16 Canapu	Preto	29,85	24,16	27,43 <sup>C</sup>
10-C2C	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	29,55	25,37	27,25 <sup>C</sup>
09-C3L	IT97K1042 x T16 Canapu	Preto	30,26	22,90	27,20 <sup>C</sup>
20-T16_2R	IPA 206 x Canapu	Marrom	29,74	24,81	27,20 <sup>C</sup>
07-C1M	IT99K216 x Tapainhum	Preto	29,56	24,19	27,10 <sup>C</sup>
03-C3M	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	30,23	23,60	27,05 <sup>C</sup>
11-C1T	IT99K216 x Tapaihum	Preto	29,15	24,32	26,69 <sup>D</sup>
05-C3B	IT97K1042 x T16 Canapu	Preto	28,98	22,56	26,53 <sup>D</sup>
13-C4G	IT99K216 x Canapu Curaçá	Preto	28,80	23,90	26,46 <sup>D</sup>
14-C6A	IT97K499 x T16 Canapu	Bege	28,92	23,21	26,31 <sup>D</sup>
15-C2T	IT971042 x Tapaihum	Marrom	28,38	22,87	26,12 <sup>E</sup>
22-BRS Pujante	Cultivar	Marrom	28,56	24,51	25,90 <sup>E</sup>
19-C4I	IT99K216 x Canapu Curaçá	Marrom	27,69	21,52	25,60 <sup>F</sup>
16-C3P	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	27,84	21,39	25,16 <sup>F</sup>
23-Canapu	Cultivar	Marrom	26,65	22,29	24,84 <sup>G</sup>
17-C6D	IT97K499 x T16 Canapu	Preto	28,43	21,13	24,74 <sup>G</sup>
12- C3R	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	27,21	22,13	24,14 <sup>H</sup>
21- BRS Acauã	Cultivar	Marrom	25,69	22,40	23,90 <sup>H</sup>
QMT Tratamento	—	—	—	—	50,47 <sup>**</sup>
QMT Local	—	—	—	—	92,67 <sup>**</sup>
QMT Tratamento*Local	—	—	—	—	2,11 <sup>**</sup>
CV(%)	—	—	—	—	3,69
<b>Média geral</b>					<b>26,66</b>

\*\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

**Tabela 2.** Valores máximos e mínimos, cor do grão, quadrados médios, coeficiente de variação (CV) e média geral para teores de proteína total, em 17 linhagens e quatro cultivares de feijão-caupi, de porte ereto e semiereto, avaliadas em sete ambientes irrigados e de sequeiro.

Tratamento	Parentais	Cor do grão	Teor de Proteína (%)		
			Máximo	Mínimo	Média
17-C2M	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	32,46	23,73	30,30 <sup>A</sup>
04-C2I	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	32,32	25,85	29,72 <sup>A</sup>
11-C2S	IT97K1042 x Tapaihum	Bege	29,43	23,72	27,36 <sup>B</sup>
08-C1J	IT99K216 x Tapaihum	Bege	29,85	24,50	27,07 <sup>B</sup>
16-C1I	IT99K216 x Tapaihum	Preto	29,60	23,77	26,82 <sup>B</sup>
02-C1R	IT99K216 x Tapaihum	Preto	30,41	21,67	26,79 <sup>B</sup>
06-C1S	IT99K216 x Tapaihum	Preto	28,72	23,91	26,59 <sup>B</sup>
03-C3O	IT97K1042 x T16 Canapu	Marrom	28,26	21,02	26,40 <sup>C</sup>
13-C2A	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	32,20	23,10	26,33 <sup>C</sup>
01-C1N	IT99K216 x Tapaihum	Preto	31,65	23,59	26,26 <sup>C</sup>
09-C1F	IT99K216 x Tapaihum	Preto	30,90	22,23	26,04 <sup>C</sup>
07-C2J	IT97K1042 x Tapaihum	Marrom	27,40	23,03	26,03 <sup>C</sup>
14-C2Q	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	37,83	22,06	25,91 <sup>C</sup>
10-C2O	IT97K1042 x Tapaihum	Marrom	27,67	23,52	25,90 <sup>C</sup>
12-C2B	IT97K1042 x Tapaihum	Preto	29,67	21,01	25,87 <sup>C</sup>
05-C1G	IT99K216 x Tapaihum	Preto	31,15	23,31	25,86 <sup>C</sup>
15-C1O	IT99K216 x Tapaihum	Preto	27,32	23,42	25,81 <sup>C</sup>
21-Canapu	Cultivar	Marrom	26,76	22,42	25,42 <sup>C</sup>
19-BRS Carijó	Cultivar	Bege	28,45	20,22	24,80 <sup>D</sup>
20-BRS Tapaihum	Cultivar	Preto	26,49	22,25	24,54 <sup>D</sup>
18-Marrom	Seleção do BRS Tapaihum	Marrom	26,22	19,95	23,73 <sup>E</sup>
QMT Tratamento	--	--	--	--	45,84 <sup>**</sup>
QMT Local	--	--	--	--	87,43 <sup>**</sup>
QMT Tratamento*Local	--	--	--	--	2,04 <sup>**</sup>
CV(%)	--	--	--	--	4,39
<b>Média geral</b>					<b>26,36</b>

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Sete linhagens apresentaram valores médios superiores aos valores de três cultivares controle no experimento de tipo semirramador e ramador. O maior valor, de 30,30%, foi observado na linhagem 17-C2M, oriunda dos parentais IT97K1042 x Tapaihum (Tabela 2). O valor médio das linhagens 17-C2M e 04-C2I foram superiores em quase 20% à média dos valores observados nas três cultivares de feijão-caupi avaliadas no trabalho (Tabela 2). As linhagens com valores superiores a 27,41%, ou seja, 10% superior à média de 24,88% observada nas três cultivares controle, apresentaram a cor do tegumento preta (2) e bege (1) (Tabela 2), que tem aceitação pelos consumidores locais, exceto as linhagens de coloração preta, que poderá ter aceitação como alternativa para a elaboração de feijoada.

No geral, os resultados deste trabalho indicam a real possibilidade da recomendação de cultivares de feijão-caupi com teor de proteína superior a 20% em relação a algumas cultivares comerciais disponíveis para o Vale do São Francisco. Análises de estabilidade e adaptabilidade serão conduzidas para proteína total, bem como serão associadas com informações de cozimento dos grãos, precocidade, tamanho dos grãos e tolerância a viroses, de forma a possibilitar a recomendação e proteção de novas cultivares de feijão-caupi com alto teor de proteína total.

## Conclusão

Houve interação genótipo x ambientes nas linhagens de feijão-caupi avaliadas para o teor de proteína total em sete ambientes de sequeiro e irrigado no Nordeste brasileiro. Foram identificadas cinco linhagens com valores médios para proteína total nos grãos em torno de 30%.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e aos colegas do Laboratório de Genética da Embrapa Semiárido.

## Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. Arlington, 1995.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994.

RIBEIRO, V. O. (Ed.). **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2).

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de A.; SANTOS, I. C. N.; FERRAZ, M. G. de S. Comportamento agrônômico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 26, p. 404-408, 2008.

VASCONCELOS, I. M.; MAIA, F. M.; FARIAS, D. F.; CAMPELLO, C. C.; CARVALHO, A. F. U.; MOREIRA, R de A.; OLIVEIRA, J. T. A. de. Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, [Columbia], n. 23, p. 54-60, 2010.