

Seleção de linhagens elite de feijão-caupi de porte semiereto biofortificadas com ferro e zinco**Selection of biofortified semierette beans elite line biofortified with iron and zinc**

DOI:10.34117/bjdv6n4-230

Recebimento dos originais: 10/03/2020

Aceitação para publicação: 16/04/2020

Cristina Zita de Moraes Costa Dias-Barbosa

Mestre em Alimentos e Nutrição

Universidade Federal do Piauí

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –
PI, 64049-550.

Email: cristina.dias@ifma.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0362748628664811>**Diego Sávio Vasconcelos de Oliveira**

Mestre em Alimentos e Nutrição

Universidade Federal do Piauí

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –
PI, 64049-550.

Email: diegosavio19@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8421153182110779>**Kaesel Jackson Damasceno e Silva**

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

Empresa Brasileira de Pecuária e Abastecimento

Endereço: Avenida Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina –PI, 64008-
780

Email: kaesel.damasceno@embrapa.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8333371994172914>**Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo**

Doutora em Ciência dos Alimentos

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –
PI, 64049-550.

Email: regilda@ufpi.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3775683073966763>**Maurisrael de Moura Rocha**

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

Empresa Brasileira de Pecuária e Abastecimento

Endereço: Avenida Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina –PI, 64008-
780

Email: maurisrael.rocha@embrapa.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7570386464598462>

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar linhagens elite de porte semiereto de feijão-caupi para as concentrações de ferro e zinco no grão e o ganho genético. Foram analisados 16 genótipos de feijão-caupi, sendo 15 linhagens elite e uma cultivar biofortificada. Realizaram-se análises de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). A média geral do conteúdo de ferro foi 5,59mg.100g⁻¹, destacando-se as linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146, respectivamente com médias de 6,86mg.100g⁻¹ e 7,30mg.100g⁻¹. A média geral do conteúdo de zinco foi 4,17mg.100g⁻¹, destacando-se as linhagens MNC04-792F-146, MNC04-769F-62, MNC04-792F-148, MNC04-762F-9 e MNC04-795F-154. Todas as linhagens de porte semiereto avaliadas apresentaram altas concentrações de ferro e 3 linhagens (20%) altas concentrações de zinco. As que se destacaram com altas concentrações tanto de ferro como de zinco foram MNC04- 792F- 146, MNC04- 769F- 62 e MNC04- 792F- 148. Dos parâmetros genéticos tanto o coeficiente de variação genética como o coeficiente de determinação genotípica foram maiores para o conteúdo de ferro, refletindo no ganho genético esperado com a seleção que também foi maior para o ferro. As linhagens, MNC04-792F-146, MNC04- 769F -62 e MNC04-792F-148 apresentam maior potencial para serem lançadas como cultivares biofortificadas em ferro e zinco no grão.

Palavras-chave: Grãos secos, Minerais, enriquecimento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate elite lines of semi-erect size of cowpea for the concentrations of iron and zinc in the grain and the genetic gain. 16 cowpea genotypes were analyzed, being 15 elite lines and one biofortified cultivar. Analysis of variance was performed and the means were grouped by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). The general average of the iron content was 5.59mg.100g⁻¹, highlighting the strains MNC04-762F-9 and MNC04-792F-146, respectively with averages of 6.86mg.100g⁻¹ and 7.30mg.100g⁻¹. The general average of zinc content was 4.17mg.100g⁻¹, especially strains MNC04-792F-146, MNC04-769F-62, MNC04-792F-148, MNC04-762F-9 and MNC04-795F-154. All strains of semi-erect size evaluated showed high concentrations of iron and 3 strains (20%) high concentrations of zinc. Those that stood out with high concentrations of both iron and zinc were MNC04- 792F- 146, MNC04- 769F- 62 and MNC04-792F- 148. Of the genetic parameters both the coefficient of genetic variation and the coefficient of genotypic determination were higher for the iron content, reflecting the genetic gain expected with the selection that was also higher for iron. The strains, MNC04-792F-146, MNC04- 769F -62 and MNC04-792F-148 have greater potential to be released as biofortified cultivars in iron and zinc in the grain.

Keywords: Dry grains, Minerals, enrichment.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que três bilhões de pessoas sofrem com os efeitos da deficiência em micronutrientes, pois não suprem suas necessidades diárias básicas de energia e não consomem alimentos saudáveis (NUTTI *et al.*, 2006). Essas deficiências interferem no desenvolvimento do ser humano, do ponto de vista físico, social e econômico. A densidade de minerais e vitaminas em alimentos básicos amplamente consumidos pode ser aumentada através da biofortificação. A biofortificação poderá complementar outras estratégias utilizadas para combater à desnutrição (BOUIS *et al.*, 2011).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é um alimento importante da dieta básica de comunidades pobres de países em desenvolvimento. Por isso, foi incluído no programa de biofortificação de alimentos da Embrapa, o BioFORT, principalmente em relação aos teores dos micronutrientes ferro e zinco (RIOS *et al.*, 2009).

A determinação do conteúdo de ferro e zinco, fornecerão informações para a seleção dos genótipos, que subsidiarão etapas posteriores do programa de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares biofortificadas. Este trabalho teve como objetivo selecionar linhagens elite de feijão-caupi de porte semiereto com altas concentrações de ferro e zinco e analisar as suas características genéticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo dos genótipos de feijão-caupi e as análises laboratoriais foram realizados, respectivamente, no campo experimental e Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. No ensaio utilizou-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados com três repetições, representados por 16 genótipos de feijão-caupi de porte semiereto, sendo 15 linhagens elite e uma cultivar comercial (testemunhas) que podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1- Código, genealogia e subclasse comercial dos genótipos de feijão-caupi de porte semiereto avaliadas

Linhagem/cultivar	Genealogia	Subclasse comercial
1-MNC04-762F-3	TE96-282-22G x (Te96-282-22G x Vita 7)	BL
2-MNC04-769F-30	CE-315 x TE97-304G-12	ML
3-MNC04-769F-48	CE-315 x TE97-304G-12	ML
4-MNC04-769F-62	CE-315 x TE97-304G-12	ML
5-MNC04-782F-104	(TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2) x TE97	SV
6-MNC04-792F-143	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	ML
7-MNC04-792F-144	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	SV
8-MNC04-792F-148	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	ML
9-MNC04-795F-153	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	ML
10-MNC04-795F-154	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	SV
11-MNC04-795F-155	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	ML
12-MNC04-795F-159	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	ML
13-MNC04-795F-168	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	BR
14-MNCO4-762F-9	TE96-282-22G x (Te96-282-22G x Vita 7)	BL
15-MNCO4-792F-146	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	ML
16-BRS Tumucumaque ²	TE96-282-22G x IT87D-611-3	BL

² Testemunha, ¹BL- Branco Liso, BR – Branco Rugoso, ML- Mulato, SV - Sempre-verde;

Para as análises, as amostras de grãos foram lavadas com água destilada e levadas para estufa a 60°C durante 48h. Em seguida, triturou-se os grãos em moinho de bolas de zircônia, com a finalidade de obtenção de uma farinha. Essa farinha foi armazenada em saco fechado de polietileno identificado, e mantida em temperatura de refrigeração (4°C), o esquema para obtenção da farinha pode ser observado na figura 1.

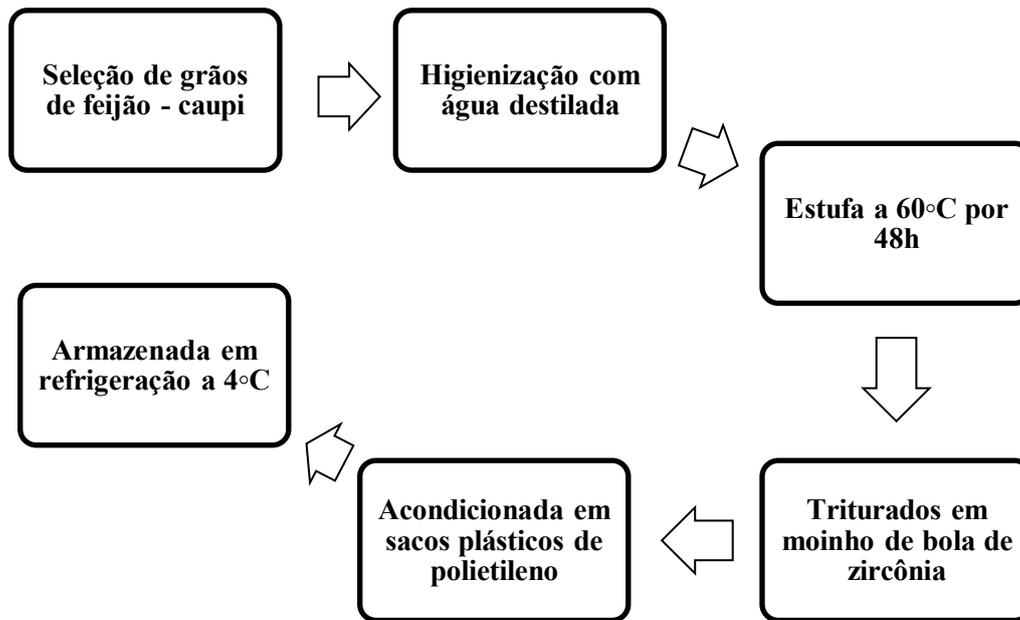


Figura 1- Fluxograma de preparo das amostras de grãos de genótipos elite de feijão-caupi para obtenção da farinha

Para determinar as concentrações de ferro e zinco nos grãos, usou-se a técnica de espectrofotometria de emissão atômica com fonte de chamas, segundo Sarruge e Haag (1974), adaptada, após mineralização das amostras em forno mufla a 450°C. Pesou-se aproximadamente 0,200g da amostra de feijão-caupi, adicionou-se a amostra ao tubo de ensaio, adicionado 5mL de uma mistura de ácido nítrico com ácido perclórico. Os tubos foram levados ao digestor onde permaneceram por 2 horas e após o resfriamento à temperatura ambiente, adicionou-se 20mL de água destilada e fez-se a homogeneização no agitador de tubos. Em seguida, levou-se a amostra para fazer a leitura. O extrato puro foi lido em espectrofotômetro de absorção atômica, selecionando o elemento (Fe, Zn) a ser analisado no programa do equipamento.

As linhagens estudadas ainda foram classificadas em relação aos seus teores de minerais, como “fonte” ou “alto teor”, conforme a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 54 de 12 de novembro de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que dispõe sobre as condições para declaração técnica sobre informação nutricional complementar de conteúdo absoluto referente a vitaminas e minerais. Essa RDC estabelece que os alimentos pertencentes a essas duas

classes podem ser atribuídos como “fonte”, quando 100 g do produto apresentam mais de 15% da ingestão diária recomendada (IDR) para o nutriente desejado e, como “alto teor”, quando 100g do produto apresentam duas vezes o valor para ser considerado “fonte”, ou seja, mais de 30% da IDR (BRASIL, 2012).

Estimou-se o ganho genético esperado com a seleção (Gs) dos melhores genótipos para ferro e zinco, como o produto entre o diferencial de seleção (ds) e o coeficiente de determinação genotípico (H^2), conforme Ramalho *et al.* (2012), adaptada para o presente estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os conteúdos de ferro e zinco nos grupos de genótipos de porte semiereto e encontram-se, na Tabela 2. Com relação às estimativas do coeficiente de variação experimental (CV), no geral, a precisão experimental foi boa para ambas as características (4-5%).

A média do conteúdo de ferro dos genótipos semieretos variou de 4,70mg.100g⁻¹ a 7,30mg.100g⁻¹, com média geral de 5,59mg.100g⁻¹ (Tabela 2). Os genótipos semieretos foram agrupados em cinco grupos de acordo com as médias do conteúdo de ferro, segundo o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Destacaram-se as linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146, respectivamente com médias de 6,86mg.100g⁻¹ e 7,30mg.100g⁻¹, superiores à média da testemunha biofortificada (BRS Tumucumaque).

A média do conteúdo de zinco dos genótipos semieretos variou de 3,53mg.100g⁻¹ a 4,67mg.100g⁻¹, com média geral de 4,17mg.100g⁻¹ (Tabela 2). Os genótipos semieretos foram agrupados em dois grupos de acordo com as médias do conteúdo de zinco, segundo o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As linhagens MNC04-792F-146, MNC04-769F-62, MNC04-792F-148, MNC04-762F-9 e MNC04-795F-154 foram semelhantes à testemunha biofortificada (BRS Tumucumaque), e juntas, destacaram-se dos demais genótipos, com médias acima de 4,0mg.100g⁻¹. O que pode-se observar é que as linhagens MNC04-762F-9 e MNC04-792F-146 destacaram-se tanto em relação aos altos teores de ferro como de zinco.

A IDR para o ferro e o zinco são 14mg/dia⁻¹ e 15mg/dia⁻¹, respectivamente (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2013). Assim, pode-se assumir que, quando 100 g do produto (grão, farinha ou produto derivado, por exemplo, no caso do feijão-caupi) apresenta teores de ferro e zinco, respectivamente, de 2,1mg 100g⁻¹ (15% da IDR) e 2,25mg 100g⁻¹ (15% da IDR), o alimento pode ser considerado como “fonte” desses minerais e quando esses teores forem o dobro, ou seja, 4,2mg 100g⁻¹ de ferro e 4,5mg 100g⁻¹ de zinco, o alimento pode ser considerado como possuidor de “alto teor” desses minerais (COSTA, 2013).

Tabela 2: Conteúdos de ferro e zinco e estimativas dos parâmetros genéticos coeficiente de variação genético (CVg), coeficiente de determinação genotípica (H^2) e ganho genético (Gs) esperado com a seleção, obtidos a partir da avaliação de 16 genótipos de feijão-caupi de porte semiereto

Genótipo	Ferro (mg 100g ⁻¹)	Zinco (mg 100g ⁻¹)
1 - MNC04-762F-3	5,98±0,17c	4,22±0,22b
2 - MNC04-762F-9	6,86±0,26a	4,42±0,17a
3 - MNC04-769F-30	5,57±0,09d	4,11±0,04b
4 - MNC04-769F-48	5,30±0,32d	4,10±0,24b
5 - MNC04-769F-62	5,97±0,28c	4,64±0,09a
6 - MNC04-782F-104	5,34±0,13d	4,02±0,10b
7 - MNC04-792F-143	4,86±0,36e	3,53±0,67b
8 - MNC04-792F-144	4,91±0,08e	4,03±0,09b
9 - MNC04-792F-146	7,30±0,18a	4,67±0,02a
10 - MNC04-792F-148	5,83±0,20c	4,51±0,05a
11 - MNC04-795F-153	5,21±0,48d	3,89±0,28b
12 - MNC04-795F-154	5,37±0,18d	4,34±0,13a
13 - MNC04-795F-155	4,89±0,50e	3,99±0,41b
14 - MNC04-795F-159	4,70±0,01e	3,88±0,08b
15 - MNC04-795F-168	4,96±0,09e	3,93±0,10b
16 - BRS Tumucumaque ¹	6,43±0,17b	4,47±0,05a
Média dos genótipos	5,59±0,22	4,17±0,17
Média das linhagens (Mo)	5,54±0,22	4,15±0,18
Linhagens selecionadas	2, 9	2, 5, 9, 10,12
Média das linhagens selecionadas (Ms)	7,08±0,22	4,52±0,12
CV (%)	4,62	5,67
CVg	13,29	6,80
H^2 (%)	89,20	81,20
Gs 1 (%) ²	9,02	0,91
Gs 2 (%) ³	24,79	7,24

Médias com diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$);

¹Testemunha; ²Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima da média da testemunha; ³Ganho genético esperado com a seleção das linhagens com médias iguais ou acima da média geral das linhagens

Todas as amostras de porte semiereto apresentaram altos teores de ferro e somente 20% apresentaram altos teores de zinco, as demais, são consideradas fontes. Das amostras selecionadas de porte semiereto a MNC04- 792F-146, MNC04- 769F-62 e MNC04- 792F-148 se destacaram pois apresentaram altos teores tanto de ferro como de zinco.

As estimativas do coeficiente de variação genético (CVg) e coeficiente de determinação genotípica (H^2) indicam que existe maior variabilidade genética e maior expressão do componente genético no fenótipo para o conteúdo de ferro (89,20%), relativamente ao conteúdo de zinco (81,20%) (Tabela 2).

O ganho genético esperado com a seleção (Gs %), foi maior para o conteúdo de ferro, com Gs 1 (em relação à média da testemunha biofortificada BRS Tumucumaque) de 9,02%. Em relação à média das linhagens, o Gs 2 foi bem maior (24,79%).

4 CONCLUSÕES

Todas as amostras de porte semiereto estudadas apresentaram altas teores de ferro e 20% altos teores de zinco. O ganho genético foi maior para os teores de ferro. Com a pesquisa foi possível selecionar as linhagens MNC04-792F-146, MNC04- 769F -62 e MNC04-792F-148 com maior potencial para serem lançadas como cultivares biofortificadas para as concentrações de ferro e zinco no grão.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realização do mestrado; à Embrapa Meio-Norte e Programa BioFORT pelo apoio de pessoal e financeiro; aos funcionários do Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte Luis J. D. Franco e Antônio C. dos Santos, pelo auxílio na realização das análises físico-químicas.

REFERÊNCIAS

Bouis, H. E., Hotz, C., McClafferty, B., Meenakshi, J. V., Pfeiffer, W. H. (2011). Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition. *Food and Nutrition Bulletin*, v. 3, n. 2, 31-40.

Costa, M. M. (2013). *Potencial genético de populações segregantes para o teor de ferro e caracteres agrônômicos em feijão-caupi*. 79f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

Nutti, M. R; Carvalho, J. L. V; Watanabe, E. (2005). Biofortificação como ferramenta para combater a deficiências em micronutrientes. *Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente: Anais*. Rio de Janeiro: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, p. 43-47.

Ramalho, M. A. P., Ferreira, D. F., Oliveira, A. C. (2012). *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. 2ª. ed. Lavras: UFLA, 305p.

Rios, S. A., Alves, K. F., Costa, N. M. B., MARTINO, H. S. D. (2009). Biofortificação: culturas enriquecidas com micronutrientes pelo melhoramento genético. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 56, n.6, p. 713-718.

Sarruge, J.R.; Haag, H.P.(1974). *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ/USP, 56p.