

## CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E DETERMINAÇÃO DE MINERAIS EM GRÃOS DE FEIJÕES (*Phaseolus vulgaris* L.) CRU E COZIDO BIOFORTIFICADOS

Juliana Piedade<sup>(1)</sup>, Priscila Brigide<sup>(2)</sup>, Solange Guidolin Caniatti Brazaca<sup>(3)</sup>, Maria Oliveira Silva<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Doutoranda do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, jpiedade@cena.usp.br; <sup>(2)</sup>Pós-doutoranda da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da USP, Piracicaba, SP, pbrigide@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup>Professora da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, sgcbraza@usp.br; <sup>(4)</sup>Graduanda em Ciência dos Alimentos da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, maira.oliveira.silva@usp.br

**Resumo** – O feijão é um alimento presente no prato dos brasileiros, sendo um dos mais importantes grãos componentes da dieta alimentar por ser excelente fonte de nutrientes. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a composição centesimal de grãos de feijões cru e cozido comum e biofortificados e os teores de minerais (P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn) das cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Pérola, Porto Real e Piratã. Os resultados obtidos mostraram que os teores de proteínas, carboidratos variaram mais que os de extrato etéreo, fibras totais e cinzas. Os teores de minerais que variam mais foram potássio no grão cozido, sódio, cobre, ferro e zinco cru e cozido.

Palavras-chave: feijão, minerais, composição e biofortificação

**Abstract** – Beans are the kind of food that we can always find in Brazilian’s cuisine, and it is consider one of the most important grain of diet, because it is a great source of nutrients. This study aimed to analyze the chemical composition of bean grains - uncooked, cooked, common and biofortified, as like their mineral contents (P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn and Zn) of the cultivars bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pérola, Porto Real and Piratã. The results showed that the levels of proteins, carbohydrates varied more than the fat, total fiber and ash. The mineral contents were ranging over the cooked grain potassium, sodium, copper, iron and zinc raw and cooked.

Keywords: bean, minerals, composition and biofortification

### Introdução

Leguminosas, incluindo o feijão (*Phaseolus vulgaris*) são importantes fontes de nutrientes (CANNIATTI-BRAZACA, 2007; TAN et al, 2008). Têm efeito na prevenção de doenças cardiovasculares, baixo índice glicêmico e previne vários tipos de câncer (ANDERSON; MAJOR, 2002; BAZZANO et al., 2001).

A introdução de produtos agrícolas biofortificados (variedades melhoradas que apresentam maiores conteúdos de minerais e vitaminas) como o feijão, complementará as intervenções em nutrição existentes e proporcionar uma maneira sustentável e de baixo custo para alcançar as populações com limitado acesso aos sistemas formais de mercado e de saúde. (HARVESTPLUS, 2004; GRAHAM et al., 2007).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a composição centesimal de grãos de feijões cru e cozido comum e biofortificados e os teores de minerais (P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn) das cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Pérola, Porto Real e Piratã.

## Material e Métodos

**Material:** Foi utilizado feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cru e cozido, Porto Real e Piratã sendo variedades biofortificadas e Pérola para comparação, sendo plantados e doados gentilmente pela EMBRAPA Arroz e Feijão.

**Processamento das amostras:** Grãos crus: as amostras foram trituradas em moinho de facas, peneiradas em malha de 30 *mesh*, armazenadas em saco de polietileno, fechado (4°C). Grãos cozidos: Foram macerados em água deionizada (1:3 feijão:água), após 12 horas de imersão, a água foi desprezada e nova alíquota de água deionizada foi adicionada, na proporção de 1:2 (feijão:água), cozidos, congelados em *freezer* a -20°C, liofilizados, homogeneizados, armazenados (4°C) e moídos.

**Análise Centesimal:** Com a finalidade de caracterizar as amostras de feijão foi realizada a composição centesimal das mesmas. As análises químicas de teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibras alimentares (solúvel e insolúvel) e de cinzas foram realizadas de acordo com a metodologia indicada pela AOAC (2005).

**Minerais:** Os minerais foram determinados pelo método de Sarruge & Haag (1974), sendo utilizado o ácido nítrico e perclórico para a digestão nitro-perclórica das amostras.

**Análise Estatística:** O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Utilizou-se análise de variância pelo teste F do *Software Statistical Analysis System* (SAS), e a comparação das médias foram obtidas segundo teste de Tukey com  $p < 0,05$ .

## Resultados e Discussão

Os grãos de feijão Porto Real possuem maior teor de umidade (Tabela 1) que os grãos dos feijões Pérola e Piratã, tanto na forma cru como cozida. A umidade do grão cru e cozido difere devido ao processo de maceração e cocção. Os resultados estão de acordo com a tabela TACO (2006), onde esses teores variam de 12 a 15% para feijão cru e 75,8 a 82,6 para os grãos cozidos.

**Tabela 1.** Composição Centesimal (% base seca) de 3 cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cru e cozido.

Cultivar/Processamento	Umidade (%)		Cinzas (%)		Proteína (%)	
	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO
PÉROLA	13,39±0,38d	76,96±0,00b	4,57±0,03a	4,57±0,03a	23,37±1,23ab	23,51±2,66ab
PORTO REAL	15,24±0,16c	78,74±0,00a	4,09±0,02b	4,10±0,05b	25,81±0,25ab	25,81±0,90ab
PIRATÃ	13,88±0,44d	77,41±0,00b	4,54±0,09a	4,19±0,03b	27,34±2,42a	22,25±1,61b

  

Cultivar/Processamento	Extrato Etéreo (%)		Fibra (%)		Carboidratos (%)	
	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO
PÉROLA	1,94±0,12ab	2,00±0,05ab	34,01±0,36a	33,05±0,62a	22,69±1,65b	36,86±2,19a
PORTO REAL	2,13±0,01a	1,76±0,11bc	34,21±1,47a	27,80±2,11b	18,52±1,38b	40,63±1,47a
PIRATÃ	1,65±0,16c	1,84±0,05bc	32,27±1,06a	31,02±2,51ab	20,30±3,25b	40,70±0,85a

1 Média de três repetições ± desvio padrão; 2 Letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ).

O teor de proteína foi alterado após o cozimento para os grãos da cultivar Piratã (Tabela 1), sendo que para os grãos crus, a cultivar Piratã, foi a que obteve os maiores teores. De acordo com Esteves (2000) os teores de proteínas no feijão cru variam de 22 a 26%, e Brigide e Canniatti-Brazaca (2006) encontraram, para feijão carioca cru em base seca 27,4% de proteína valores semelhantes aos apresentados na Tabela 1. Segundo Mechi et al. (2005) os teores variaram de 26,6% para grãos cozidos, e de 24,% para os grãos cru, estando de acordo com os resultados apresentados.

Os grãos crus da cultivar Porto Real, demonstraram menores teores de cinzas, diferindo significativamente das outras cultivares (Tabela 1), no entanto os valores estão superiores aos encontrados por Ramírez-Cárdenasi et al. (2008) e USDA (2010). Quando os grãos foram submetidos à cocção, a cultivar Pérola e Porto Real mantiveram seus teores de cinzas, no entanto, a cultivar Piratã

obteve redução significativa dos mesmos. No entanto esses dados estão próximos aos encontrados por Mechi et al.(2005), que variaram de 4,86% e 4,39% respectivamente para feijão cru e cozido.

Os grãos crus da cultivar Piratã, foram os que tiveram os menores teores de extrato etéreo (Tabela 1). No entanto, Oliveira et al.(2001) encontraram 2,3% de extrato etéreo em feijão cru, assim como Barampama & Simard (1993), que encontraram valores de 1,9 a 2,0% estando de acordo com os dados apresentados na Tabela 1. Quando submetidos à cocção, o teor de extrato etéreo da cultivar Porto Real foi reduzido, no entanto não houve diferença estatística entre as cultivares. Discordando dos valores encontrado por Mechi et al.(2005) onde foi apresentado valor inferior aos encontrados.

Para os teores de fibra observou-se que após o cozimento houve redução para as cultivares Porto Real e Piratã, não havendo diferença significativa entre as mesmas (Tabela 1). Concordando com Mechi et al. (2005), que observaram que o processo de cocção pode afetar os teores das fibras.

Toledo e Canniatti-Brazaca (2008) verificaram que tratamentos térmicos podem afetar o teor de fibras, podendo levar a redução do conteúdo de fibras insolúveis nos grãos de feijão e, conseqüentemente, aumento do teor de carboidratos (Tabela 1), sendo que não houve diferença significativa. Os teores de carboidratos apresentados, discordam de Mechi et al.(2005), os quais apresentaram valores de 29,45% e 44,69% para o feijão cru e cozido, respectivamente.

Os grãos crus não tiveram diferenças significativas nos teores de fósforo, concordando com o teor encontrado por Oliveira et al. (2008) de 4,73g/Kg de fósforo em grãos cru de feijão, no entanto, com a cocção, a cultivar Porto Real foi a que obteve os maiores teores e a Piratã os menores (Tabela 2), discordando de Oliveira et al. (2008), o qual obteve valor de 4,41g/Kg.

Os grãos cozidos da cultivar Porto Real apresentaram os maiores teores de potássio e da Piratã as menores concentrações. Observa-se que para cultivar Pérola não houve diferença significativa em relação aos tratamentos cru e cozido. Sendo esses dados superiores ao encontrado por Oliveira et al. (2008), que encontrou valores de 14,37 g/Kg para feijão cru e de 10,44 g/Kg de potássio nos grãos cozidos.

**Tabela 2.** Concentrações dos Macronutrientes Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Sódio (g/Kg) das cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cru e cozido (base seca).

Cultivar/Processamento	P (g/Kg)		K (g/Kg)		Ca (g/Kg)	
	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO
<b>PÉROLA</b>	4,41±0,21abc	4,12±0,19bc	33,86±1,83b	31,62±1,71bc	1,48±0,06a	1,38±0,06ab
<b>PORTO REAL</b>	4,65±0,23ab	5,07±0,06a	26,47±3,84cd	40,66±1,82 <sup>a</sup>	1,16±0,37abc	1,22±0,08abc
<b>PIRATÃ</b>	4,83±0,16a	3,79±0,47c	25,27±1,73d	8,62±0,78e	0,94±0,06bc	0,88±0,16c

  

Cultivar/Processamento	Mg (g/Kg)		S (g/Kg)		Na (g/Kg)	
	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO
<b>PÉROLA</b>	1,73±0,11a	1,61±0,10a	2,03±0,08bc	1,9±0,08bc	3,34±0,16ab	3,12±0,15ab
<b>PORTO REAL</b>	1,14±0,06b	1,66±0,05a	2,29±0,16ab	2,66±0,23a	1,60±0,46bc	3,56±0,65ab
<b>PIRATÃ</b>	1,68±0,10a	1,60±0,21a	2,33±0,05ab	1,44±0,44c	4,64±1,90a	0,35±0,14c

1 Média de três repetições ± desvio padrão; 2 Letras diferentes na vertical diferem significativamente (p ≤ 0,05).

A cocção da cultivar Piratã afetou de forma significativa a redução do teor de sódio, pois o grão cru foi o que apresentou maior concentração de sódio e quando cozido obteve os menores valores, se comparado as demais cultivares, diferindo estatisticamente.

Em relação aos teores de cálcio, somente houve diferença significativa entre as cultivares Pérola e Piratã, porém não houve diferença entre os tratamentos cru e cozido (Tabela 2), concordando com o resultado de Oliveira et al. (2008), onde o teor de cálcio não foi alterado com o cozimento.

O tratamento térmico afetou de forma positiva o aumento do teor de magnésio da cultivar Porto Real, no entanto não houve diferença significativa entre as cultivares. Os grãos cru da cultivar Porto Real foram os que apresentaram as menores concentrações de magnésio. Os resultados obtidos discordam dos teores de magnésio encontrados por Oliveira et al. (2008), que foram de 2,65g/Kg para feijão cru e 2,09g/Kg para o feijão cozido.

Os grãos crus das cultivares Porto Real e Piratã foram os que tiveram os maiores teores de enxofre quando comparados a cultivar Pérola. A cocção dos grãos promoveu aumento do teor de enxofre na cultivar Porto Real e diminuição na cultivar Piratã, como pode ser observado na Tabela 2, discordando dos valores de Oliveira et al. (2008).

As cultivares Porto Real e Piratã crus demonstraram maiores teores de cobre quando comparadas a cultivar Pérola (Tabela 3), havendo redução significativa com a cocção. Já as cultivares Porto Real e Piratã, cruas e cozidas, foram as que apresentaram os maiores teores de ferro, diferindo significativamente da cultivar Pérola (Tabela 3). Discordando dos valores de 68,39mg/Kg para grãos cru e 70,48mg/Kg para os cozidos encontrados por Oliveira et al. (2008).

**Tabela 3.** Concentrações dos Micronutrientes Cobre, Ferro, Manganês e Zinco (mg/Kg) das cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cru e cozido (base seca).

Cultivar/Processamento	Cu (mg/Kg)		Fe (mg/Kg)		Mn (mg/Kg)		Zn (mg/Kg)	
	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO	CRU	COZIDO
PÉROLA	5,27±0,26c	4,92±0,24c	61,12±1,98bc	57,08±1,85c	15,63±0,81a	14,59±0,75ab	22,28±0,80b	20,81±0,74b
PORTO REAL	7,82±0,06b	6,06±0,21c	73,93±5,48a	77,16±0,88a	16,47±0,86a	15,43±0,27a	31,1±1,81a	30,32±0,76a
PIRATÃ	11,07±1,04a	8,20±1,06b	72,23±1,40a	68,24±5,68ab	11,26±0,41c	12,57±2,01bc	30,07±0,80a	22,48±2,46b

1 Média de três repetições ± desvio padrão; 2 Letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ).

Para o manganês, não houve diferença significativa para os grãos crus e cozidos das cultivares Pérola e Porto Real, no entanto a Piratã foi a que obteve os menores valores. Resultados esses que discordam com os citados por Oliveira et al. (2008).

Os feijões cru das cultivares Porto Real e Piratã foram os que tiveram os maiores teores de zinco, diferindo do Pérola, mas com a cocção houve redução significativa para a cultivar Piratã.

Os teores dos macronutrientes e micronutrientes apresentados pelo trabalho estão superiores aos relatados por TACO (2006), tanto para os feijões com grãos crus e cozidos. Observa-se que houve incrementos significativos nos teores de minerais das cultivares Porto Real e Piratã, principalmente nos teores de cobre, ferro e zinco.

### Conclusão

Nas condições do experimento realizado o processo de cocção apresentou diminuição do teor de proteína e cinzas, da cultivar Piratã em relação aos grãos crus; diminuiu o teor de extrato etéreo e fibra da cultivar Porto Real, quando comparada as demais; promoveu aumento do teor de carboidratos; reduziu o teor de fósforo da cultivar Piratã, no entanto, promoveu aumento significativo do teor de potássio da cultivar Porto Real; os teores de cálcio não foram afetados e a cultivar Porto Real obteve aumento no teor de magnésio; os teores de enxofre e sódio apresentaram redução significativa na cultivar Piratã; prejudicou os teores de cobre das cultivares Porto Real e Piratã, porém a cultivar Piratã foi a que apresentou o maior teor de cobre no grão cru; as cultivares Porto Real e Piratã foram as que tiveram os melhores teores de ferro, não alterando com a cocção como os teores de manganês e zinco, com exceção da cultivar Piratã.

### Referências

- ANDERSON, J.W.; MAJOR, A.W. Pulses and lipaemia, short and long-term effect: potential in the prevention of cardiovascular disease. **British Journal of Nutrition** v.88, n.6, p. 263-271, 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS AOAC. **Official Method of Analysis**, Washington DC USA, 18 ed., 2005.
- BAZZANO, L.A.; HE, J.; OGDEN, L.G.; LORIA, C.; VUPPUTURI, S.; MYERS, L.; WHELTON, P.K. Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women: NHANES I epidemiologic followup study. **Archives of Internal Medicine**, v.161, p.2573-2578, 2001.

- BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R. E. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) grown in Burundi. **Food Chem.**, v. 47, n. 2, p. 159-167, 1993.
- BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Antinutrients and *in vitro* availability iron of irradiated common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Chem.**, v. 98, n. 1, p. 85-89, 2006.
- CANNIATTI BRAZACA, S. G. Polyphenols in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and their interaction with proteins (pos doctor). **Reading: University of Reading**, 2007.
- ESTEVES, A. M. **Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2000. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- GRAHAM, R. D.; WELCH, R. M.; SAUNDERS, D. A.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; OUIS, H. E.; BONIERBALE, M.; HAAN, S.; BURGOS, G.; THIELE, G.; LIRIA, R.; MEISNER, C. A.; BEEBE, S. E.; POTTS, M. J.; KADIAN, M.; HOBBS, P. R.; GUPTA, R. K.; TWOMLOW, S. Nutritious subsistence food systems. **Advances in Agronomy**, v. 92, p. 1-74, 2007.
- HARVESTPLUS. Desenvolvendo Produtos Agrícolas mais Nutritivos. Washington: HarvestPlus, 2004.
- MECHI, R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* l.) irradiado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.1, p. 109-114, 2005.
- OLIVEIRA, A.C.; QUEIROZ, K.S.; HELBING, E. O processamento doméstico do feijão comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos, taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.
- OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; LONDERO, P.M.G. Qualidade nutricional e microbiológica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido com ou sem água de maceração. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, nov./dez., 2008.
- RAMÍREZ-CÁRDENASI, L. R.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, 1974. 56p. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
- TAN, S.Y.; YEUNG, C. K.; TAKO, E.; GLAHN, R. P.; WELCH, R. M.; LEI, X.; MILLER, D. D. Iron Bioavailability to Piglets from Red and White Common Beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5008-5014, 2008.
- TOLEDO, T.C.F.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.)cozido por diferentes métodos. **Ciência Tecnologia Alimentícia.**, Campinas, 28(2): 355-360, abr.-jun. 2008.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food**. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgibin>>. Acesso em: 24 out. 2010.