



Selênio em amêndoas de castanha-do-brasil provenientes do Acre e Amazonas avaliado por digestão em bloco⁽¹⁾

Ediu Carlos da Silva Júnior⁽²⁾; Josimar Henrique de Lima Lessa⁽³⁾; João Paulo Nogueira Bustamante⁽⁴⁾; Guilherme Lopes⁽⁵⁾; Luiz Roberto Guimarães Guilherme⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG, CNPq e CAPES.

⁽²⁾ Estudante de Mestrado do Departamento de Ciência do solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; ediuCarlos@gmail.com.

⁽³⁾ Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; jpmaganaobustamante@gmail.com.

⁽⁴⁾ Estudante de Mestrado do Departamento de Ciência do solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; josimar.lessa.solos@gmail.com.

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Ciências do solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; guilherm@dcs.ufla.br.

⁽⁶⁾ Professor do Departamento de Ciências do solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; guilherme.lopes@dcs.ufla.br.

RESUMO: A castanha-do-brasil é um dos produtos alimentícios com maior teor de Se, o que vem gerando interesse na determinação total deste elemento nas amêndoas. O objetivo do trabalho foi avaliar o teor de Se total de amêndoas de castanha-do-brasil coletadas nos estados do Acre (AC 16 e AC 29) e Amazonas (AM 6 e AM 16) com a finalidade de comparar três temperaturas de digestão em bloco e ainda observar a taxa percentual de recuperação de Se de padrões analíticos certificados. Utilizou-se 0,5 g do material, ao qual foram adicionados 5 mL de uma mistura de ácido nítrico e perclórico na proporção 2:1 (v/v), em tubos de digestão, que foram levados para blocos digestores submetidos às temperaturas de 80°C, 150°C e 200°C durante um período de 3 horas. Após isto, foi adicionado ainda 10 mL de água destilada depois do resfriamento do extrato. Avaliou-se o teor de Se total (mg kg^{-1}) de cada material, onde foi possível observar maior teor de Se nas amostras do Amazonas, sendo que houve apenas efeito significativo da temperatura para a amostra AM 6, em que a temperatura de 200°C proporcionou maior recuperação de Se total. Já para os padrões certificados de referência, a maior taxa de recuperação de Se foi observado para o Plankton, na temperatura de 200°C.

Termos de indexação: *Bertholletia excelsa*; digestão nitro-perclórica; elemento-traço.

INTRODUÇÃO

O selênio é um elemento-traço no solo, e também um nutriente essencial de fundamental importância para o organismo humano. Isto tem se tornado cada vez mais óbvio à medida que novas pesquisas vêm mostrando seu papel inquestionável em áreas importantes da saúde humana. Como um constituinte de 25 selenoproteínas ele desempenha papéis fundamentais no sistema imunológico, em

reduzir infecções virais, sendo essencial para a fertilidade e reprodução, atua no metabolismo do hormônio da tireóide, na proteção contra doenças cardiovasculares, além de possíveis estresses oxidativos ou condições inflamatórias no organismo humano (Rayman, 2012).

Apesar de ser considerado como um elemento essencial, o selênio pode ser tóxico para os seres humanos e animais, de acordo com o seu nível de consumo. O seu efeito benéfico ocorre em um pequeno intervalo, abaixo dessa faixa, o Se não pode desempenhar a sua função essencial no organismo e acima dela, torna-se tóxico (Maihara et al., 2004; Khanal & Knight, 2010).

Os teores de Se nos produtos agrícolas alimentares apresentam grande dependência da disponibilidade e mobilidade deste elemento no solo e, além disso, da regulação em função da espécie vegetal e genótipo. Devido ao escasso número de trabalhos realizados, há grande necessidade de pesquisas que avaliem o efeito da variação genotípica e do solo (regional) em relação à acumulação de selênio em produtos alimentícios vegetais (Lyons et al., 2005; Kopsell & Kopsell, 2006).

A amêndoa da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) é um dos produtos alimentícios que apresentam maior teor de selênio. Um exemplo de comparação dos teores de Se na castanha com demais alimentos foi o trabalho realizado por Barclay et al. (1995) onde foi realizada uma avaliação de teores médios de Se de diversos alimentos no Reino Unido. Os autores analisaram 700 amostras de 100 tipos diferentes de alimentos, e encontraram a maior concentração de Se em castanha-do-brasil, com um teor máximo de $2,54 \text{ mg kg}^{-1}$.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar uma metodologia de digestão para



determinação de Se em amêndoas de castanha-do-brasil proveniente de dois locais distintos da região Amazônica, visando também obter uma adequada recuperação dos padrões certificados de referência para que se tenha confiabilidade dos dados obtidos a partir das análises.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de amêndoas de castanha-do-brasil foram provenientes de um castanhal nativo do Estado do Acre, no município de Xapuri, sendo coletados ouriços de duas plantas (AC 16 e AC 29). Outras duas amostras foram provenientes de plantas do estado do Amazonas, no município de Itacoatiara (AM 6 e AM 16). Todas as coletas foram realizadas em janeiro de 2015.

As digestões foram realizadas no laboratório de Fertilidade e Nutrição de plantas no DCS da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Para a digestão do material, foram utilizadas 3 amêndoas de castanha de cada planta, as quais foram previamente secas em estufa a 65°C até peso constante. Essas amêndoas foram descascadas e trituradas em moinho elétrico para obtenção de uma massa homogênea do material.

Após a obtenção das amêndoas trituradas, foi pesado 0,5 g de cada material em três repetições e colocados em tubos para digestão em bloco, sendo utilizado também os padrões certificados de referência White Clover (BCR-402) e Plankton (BCR-414) (Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), Geel, Belgium), e uma amostra em branco para cada bateria de digestão. Após a pesagem do material e padrões, foi adicionado a cada tubo de digestão um volume de 5 mL de uma mistura composta por ácido nítrico e perclórico na proporção 2:1 (v/v) para abertura das amostras, sendo deixadas em repouso a temperatura ambiente overnight dentro de uma capela para pré-digestão do material.

Na manhã seguinte, todo o material pré-digerido foi levado aos blocos digestores, sendo que as baterias de digestão foram realizadas em três diferentes temperaturas: 80°C, 150°C e 200°C, durante um período de 3 horas. Após a digestão completa, os extratos permanecerem nos tubos até resfriarem, sendo complementados com 10 mL de água destilada.

As determinações analíticas de selênio dos extratos foram realizadas no Laboratório de Pedologia e Geoquímica Ambiental, empregando-se um espectrofotômetro de absorção atômica com forno de grafite - *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GFAAS).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo

teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR[®], versão 5.4 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos da análise estatística, foi possível observar que há diferença entre os teores de Se das amêndoas coletadas no Acre e Amazonas, sendo que a planta em que foi obtido o maior teor de Se médio nas amêndoas, independentemente da temperatura de digestão utilizada, foi a AM 6, ao passo que a planta em que foi obtido o menor teor médio de Se nas amêndoas foi a AC 16 (**Figuras 1 e 3**).

É interessante notar que para as duas amostras do Acre, AC 16 e AC 29, e para a amostra do Amazonas AM 16 não houve diferença entre o teor de Se total em relação às diferentes temperaturas testadas no bloco de digestão. Já para a amostra do Amazonas AM 6, houve maior teor de Se recuperado na temperatura de 200°C (**Figuras 1 a 4**).

Com base nas **figuras 1 a 4** podemos afirmar que a diferença de temperatura na digestão da castanha para determinação de Se não foi tão efetiva quanto se esperava, visto que havia uma hipótese de que quanto maior a temperatura de digestão, melhor seria a degradação dos compostos orgânicos e melhor ação do ácido nitro-perclórico em digerir o material, e dessa forma haveria melhor recuperação do Se total contido nas amostras. Por outro lado, havia certo receio de que com a elevação da temperatura poderia haver perda de Se por volatilização do material.

É possível que, nas temperaturas de 80°C e 150°C, a digestão foi menos eficiente que em 200°C, ou seja, a matriz orgânica não foi completamente digerida para liberação do Se e, portanto, o teor de Se total obtido nas análises das amostras foi subestimado.

Essa subestimação dos teores de Se das amostras de castanha-do-brasil é mais bem compreendida quando observamos a relativa baixa recuperação dos padrões analíticos certificados (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Selênio recuperado dos padrões certificados de referência em função de diferentes temperaturas de digestão em bloco.

Temperatura de digestão	Padrão Certificado	Se recuperado (%)
80°C	White Clover	50,72
	Plankton	67,03
150°C	White Clover	50,18
	Plankton	64,88
200°C	White Clover	54,29
	Plankton	73,27



Na **tabela 1** podemos observar o mesmo comportamento com relação à recuperação de Se entre as diferentes temperaturas de digestão submetidas. Apesar de não representar uma recuperação ótima para o Se total, a melhor taxa de recuperação foi observada para os padrões submetidos à temperatura de 200°C, sendo o padrão Plankton aquele que apresentou a melhor recuperação em todas as temperaturas (taxa de recuperação de 73,27% do Se total na temperatura de 200°C).

A análise de Se total em material vegetal requer uma sensível metodologia de determinação, já que problemas como efeito de matriz ocorrem frequentemente. Dessa maneira, a digestão é um fator chave na preparação da amostra para leitura (Hegedus et al., 2008).

Problemas com a complexidade na matriz de material vegetal têm sido relatados na determinação de Se por alguns autores (Kápolna et al., 2009; Jayasinghe & Caruso, 2011). Em se tratando de castanha-do-brasil, deve-se ressaltar a complexidade dessa uma matriz, a qual possui ~ 67% de gorduras, 14% de proteínas e 13% de carboidratos (Dumont et al., 2006). Por isso é interessante desenvolver uma metodologia que venha a superar os efeitos de matriz para uma adequada determinação de Se não somente para a castanha-do-brasil como também para os diversos materiais vegetais que tenham o Se como elemento de interesse em pesquisa.

Portanto o meta é chegar à completa destruição da matriz orgânica do material a ser analisado, para liberação do Se da matriz, visando uma recuperação do Se total do material em uma faixa confiável – entre 80 a 120% – em relação aos padrões certificados utilizados na digestão. Por isso a escolha do ácido e temperatura de digestão deve visar a utilização de uma combinação que promova a oxidação de compostos lipídicos resistentes e compostos organoselenados sem, no entanto, perder selênio por volatilização (Foster & Sumar, 1996).

CONCLUSÕES

As amêndoas provenientes das plantas de castanha-do-brasil do amazonas apresentam teor de se superior às amêndoas provenientes das plantas de castanha-do-brasil do acre, nas condições realizadas para o presente estudo.

A digestão em bloco utilizando diferentes temperaturas tem efeito significativo apenas para o material AM 6, sendo que a temperatura de 200°C promove maior recuperação do se total.

A temperatura de digestão de 200°C também proporciona maior recuperação da taxa de se total dos padrões analíticos certificados, sendo que para plankton esta recuperação é superior ao white clover em todos os tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento às instituições de fomento: CAPES, CNPq e FAPEMIG que propiciaram o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARCLAY, M. N. I.; MACPHERSON, A.; DIXON, J. Selenium Content of a Range of UK Foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 8, n. 4, p. 307–318, dez. 1995.

DUMONT, E. et al. Speciation of Se in *Bertholletia excelsa* (Brazil nut): A hard nut to crack? *Food Chemistry*, v. 95, n. 4, p. 684–692, abr. 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FOSTER, L. H. & SUMAR, S. Hydride generation atomic absorption spectrometric (HGAAS) determination of selenium in term and preterm infant formulae available in the United Kingdom. *Food Chemistry*, v. 55, n. 3, p. 293–298, 1996.

HEGEDUS, O. et al. Evaluation of the ET-AAS and HG-AAS methods of selenium determination in vegetables. *Journal of biochemical and biophysical methods*, v. 70, n. 6, p. 1287–1291, 2008.

JAYASINGHE, S. B. & CARUSO, J. A. Investigation of Se-containing proteins in *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Brazil nuts) by ICPMS, MALDI-MS and LC-ESI-MS methods. *International Journal of Mass Spectrometry*, v. 307, n. 1-3, p. 16–27, out. 2011.

KÁPOLNA, E. et al. Effect of foliar application of selenium on its uptake and speciation in carrot. *Food Chemistry*, v. 115, n. 4, p. 1357–1363, ago. 2009.

KHANAL, D. R. & KNIGHT, A. P. Selenium: its role in livestock health and productivity. *The journal of agriculture and environment*, v. 11, p. 101–106, 2010.

KOPSELL, D. A. & KOPSELL, D. E. Selenium. In: *Handbook of plant nutrition*. CRC Press, 2007. p. 515–549.

LYONS, G. et al. Selenium concentration in wheat grain: Is there sufficient genotypic variation to use in breeding? *Plant and Soil*, v. 269, n. 1-2, p. 369–380, fev. 2005.

MAIHARA, V. A. et al. Daily dietary selenium intake of selected Brazilian population groups. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 259, n. 3, p. 465–468, 2004.

RAYMAN, M. P. Selenium and human health. *The Lancet*, v. 379, n. 9822, p. 1256–1268, 2012.

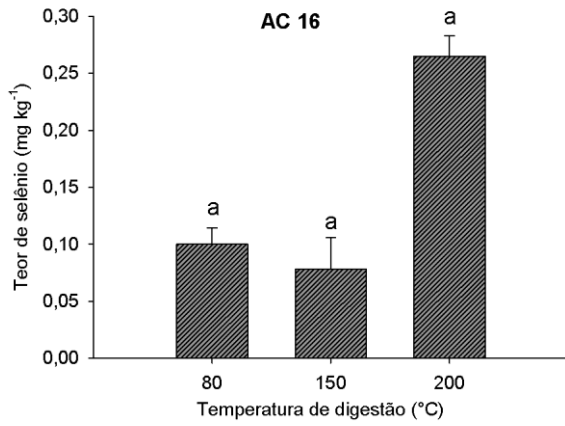


Figura 1 – Teor de Se de castanha-do-brasil (AC) submetido a diferentes temperaturas de digestão.

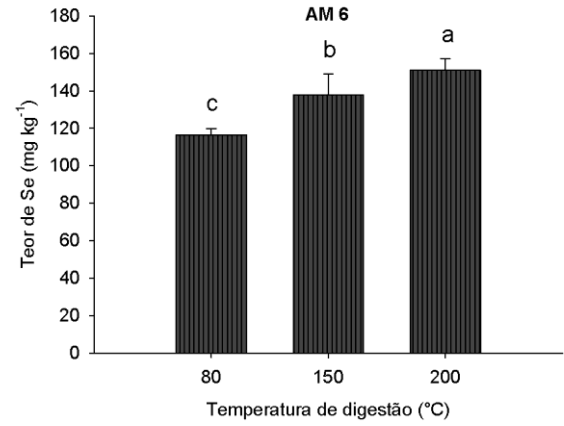


Figura 3 – Teor de Se de castanha-do-brasil (AM) submetido a diferentes temperaturas de digestão.

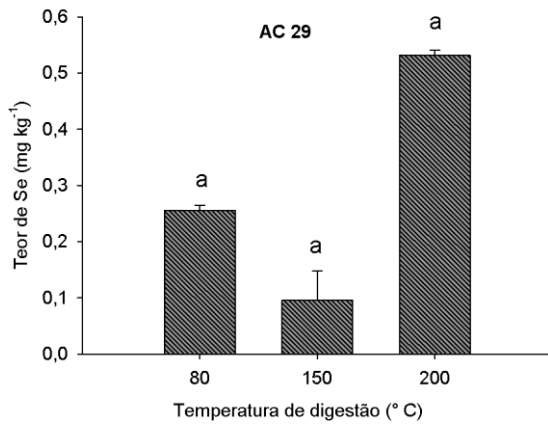


Figura 2 – Teor de Se de castanha-do-brasil (AC) submetido a diferentes temperaturas de digestão.

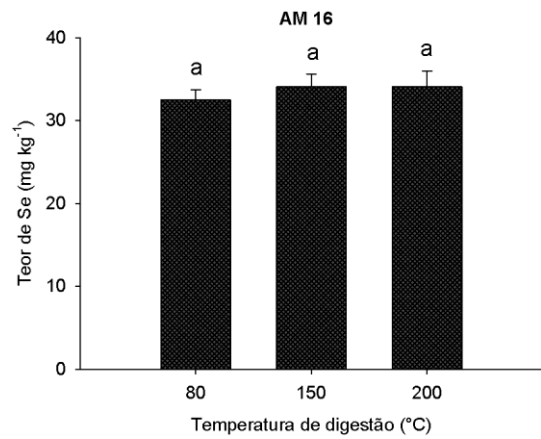


Figura 4 – Teor de Se de castanha-do-brasil (AM) submetido a diferentes temperaturas de digestão.