

**CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICROELEMENTOS DE AMÊNDOAS DE
CASTANHEIRA-DO-BRASIL COLETADAS EM REGIÕES EXTRATIVISTAS DE
RORAIMA**

P. V. P. Guimarães^{1,*}, M. F. B. Durigan², G. F. de Carvalho³, T. Í. N. da Silva⁴, C. S. Marques⁵

¹ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (Rede Bionorte da Amazônia Legal), Universidade Federal de Roraima, Avenida Cap. Enê Garcez, 2413, 69310-000, Boa Vista, Roraima

² Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária, Embrapa Instrumentação, Rua 15 de novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, São Paulo

³ Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Roraima, Rodovia BR 174 Km 12, 69300-000, Boa Vista, Roraima

⁴ Bacharelado em Nutrição, Centro Universitário Estácio da Amazônia, Rua Jorn. Humberto Silva, 308, 69313-792, Boa Vista, Roraima

⁵ Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Universidade Estadual de Roraima, Rua Sete de Setembro, 231, 69306-530, Boa Vista, Roraima

* Autor correspondente, e-mail: pedrovp@hotmai.com

Resumo: A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma importante árvore nativa amazônica e a qualidade nutricional de seus frutos pode apresentar grande variabilidade. Objetivou-se avaliar as concentrações de macro e microelementos presentes em amêndoas de castanheira-do-brasil de três diferentes áreas comerciais do estado de Roraima, visando obter informações nutricionais. Os frutos foram coletados nos municípios roraimenses de Caracaraí e São João da Baliza. Os ouriços foram coletados no chão, após desprendimento natural da árvore, e acondicionados em sacos próprios para o transporte até o laboratório de Pós Colheita e Agroindústria da Embrapa Roraima. Para análise de macro e microelementos as amostras foram desidratadas por secagem direta em estufa de ar quente. As análises de macro e microelementos foram realizadas por laboratório comercial. As principais diferenças de elementos entre as áreas estudadas estão nos elementos N, Ca, Mg, Cu e B. Há variabilidade dos elementos em amostras de amêndoas de *B. excelsa* para os genótipos avaliados nos municípios roraimenses de Caracaraí e São João da Baliza. Os genótipos avaliados nas áreas “JF”, “MVV” e “JL” apresentaram valores médios promissores para a maioria dos caracteres nutricionais avaliados, apresentando potencial para o melhoramento.

Palavras-chave: amêndoas, composição nutricional, elementos, segurança alimentar.

**MACRO AND MICROELEMENTS CONCENTRATION OF AMAZON ALMONDS
COLLECTED IN RORAIMA EXTRACTIVIST REGIONS**

Abstract: The Amazon nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) is an important native Amazonian tree and the nutritional quality of its fruits can present great variability. The objective of this study was to evaluate the concentrations of macro and microelements present in its almonds from three different commercial areas of the Roraima state, aiming to obtain nutritional information. The fruits were collected in the municipalities of Caracaraí and São João da Baliza. The hedgehogs were collected on the ground, after natural detachment of the tree, and packed in bags suitable for transport to the Post Harvest and Agroindustry laboratory of Embrapa Roraima. For macro and microelements analysis the samples were dehydrated by direct drying in a hot air oven. Macro and microelement analyzes were performed by a commercial laboratory. The main element differences among the studied areas were in the elements N, Ca, Mg, Cu and B. There is an elemental variability in the samples of *B. excelsa* nuts for the evaluated genotypes for the municipalities of Caracaraí and São

João da Baliza. The genotypes evaluated in the “JF”, “MVV” and “JL” areas presented promising average values for most of the nutritional characters evaluated, presenting promising potential for improvement.

Keywords: almonds, nutritional composition, elements, food safety.

1. Introdução

Entre os produtos florestais não madeireiros da Amazônia, a amêndoa da castanheira-do-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é o mais conhecido e solidamente estabelecido nos mercados doméstico e de exportação. Sua coleta é ainda realizada, quase que exclusivamente em florestas tropicais primárias (PERES et al., 2003; SALOMÃO, 2009). *B. excelsa* é uma árvore de grande porte que ocorre naturalmente em toda a Amazônia Legal. Em alguns estados é o principal produto extrativista não madeireiro de exportação (HOMMA, 2012). Em Roraima é frequente visualizar a presença de castanheira-do-brasil em áreas de pastagens ao longo das rodovias e “vicinais”. Nesses locais desflorestados, a espécie não foi cortada por estarem protegidas pela legislação federal (BRASIL, 2006), sobrevivendo no meio da paisagem desflorestada.

Para árvores de alto valor econômico, a exemplo de *B. excelsa*, uma mínima variação interanual podem ser fatores decisivos no sucesso comercial (KAINER et al., 2007). A amêndoa de *B. excelsa* é constituída de 60 a 70% de lipídeos (especialmente ácidos graxos poli-insaturados) e, também tem de 15 a 20% de proteínas de alto valor biológico (CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000). Ainda assim, tem concentrações excelentes de Se, vitaminas do complexo B (SOUZA; MENEZES, 2004) e apresenta minerais essenciais para o organismo humano, como P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu (GONÇALVES et al., 2002). Pouco se tem registro sobre a variação desses elementos em diferentes regiões amazônicas. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de macro e microelementos presentes em amêndoas de castanheira-do-brasil de três diferentes áreas comerciais do estado de Roraima, visando obter maiores informações nutricionais.

2. Materiais e Métodos

Os frutos foram coletados nos municípios de Caracará e São João da Baliza. Em Caracará as coletas foram realizadas na área “JL”, pertencente a Fazenda Pau-Rainhas, na região do Itã (coordenadas geográficas 01° 48’ 58,0” de latitude Norte e 61° 07’ 41,0” de longitude Oeste, altitude de 50 m) e na área “MVV”, pertencente a Madeireira Vale Verde na região do Cujubim (coordenadas geográficas 01° 51’ 2,6” de latitude Norte e 61° 00’ 30,6” de longitude Oeste, altitude de 75 m). Em São João da Baliza, as amostras foram coletadas na área “JF” (coordenadas geográficas 00° 57’ 2” de latitude Norte e 59° 54’ 41” de longitude Oeste, altitude de 125 m). Os ouriços foram coletados no chão, após desprendimento natural da árvore, e acondicionados em sacos próprios para o transporte até o laboratório de Pós Colheita e Agroindústria da Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima, Brasil. Após a seleção foram separadas as amêndoas. Após a retirada da amêndoa, as amostras foram trituradas em processador para homogeneização.

Para análise de macro e microelementos as amostras foram desidratadas por secagem direta em estufa de ar quente, graduada na faixa de 100±5 °C, até peso constante, de acordo com o método do Instituto Adolf Lutz (2008). Estas foram acondicionadas em sacos de papel para encaminhamento ao laboratório comercial. As análises de macro e microelementos foram realizadas pelo laboratório comercial PIRASOLO na cidade de Piracicaba, São Paulo, Brasil, utilizando digestão sulfúrica para N e digestão nitro-perclórica para P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Utilizou-se colorimetria para análise de P, S e B, espectrofotometria de absorção atômica para análise de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, e para K, utilizou-se emissão fotometria de chama. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com nove réplicas. Os tratamentos foram as regiões produtoras de castanheiras de municípios de roraimenses (JF, JL e MVV). Os dados foram validados através de análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey (0,05), utilizando o ambiente R, versão 3.6.0 (R CORE TEAM, 2019).

3. Resultados e Discussão

Observaram-se coeficientes de variação entre 5,77 (P) e 37,91% (B) entre os elementos avaliados, indicando baixa a alta dispersão dos dados, e baixa a alta precisão do processo (PIMENTEL-GOMES, 2009). Verificou-se que os teores de macronutrientes de amêndoas de castanha-do-brasil apresentaram quantitativamente, a seguinte ordem $N > K > P > Mg > S > Ca$ (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de macronutrientes de amêndoas castanha-do-brasil coletadas nos municípios roraimenses de Caracaraí e São João da Baliza.

Áreas	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g 100 g ⁻¹)					
JF	2,58±0,31 b	0,59±0,02	0,62±0,07	0,21±0,02 b	0,32±0,02 b	0,26±0,08
JL	2,71±0,32 ab	0,58±0,04	0,61±0,11	0,24±0,03 ab	0,28±0,03 c	0,23±0,02
MVV	3,00±0,24 a	0,57±0,04	0,59±0,04	0,26±0,04 a	0,38±0,04 a	0,31±0,08
Média geral	2,77	0,58	0,61	0,24	0,33	0,27
C.V. (%)	10,60	5,77	12,96	12,94	9,95	26,35
Valor de p	0,017	0,415	0,740	0,013	0,001	0,081
D.M.S.	0,34	0,04	0,09	0,04	0,04	0,08

Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey (0,05). N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre. C.V. = coeficiente de variação; D.M.S. = diferença mínima significativa; N = 9.

Houve diferença significativa (0,05) entre as áreas na concentração de N. As áreas avaliadas de Caracaraí apresentaram bons valores de N, principalmente, as amostras de MVV com 3,00±0,24 g por 100 g de amêndoa. Os dados são semelhantes aos observados por Bouvie et al. (2016), em material coletado de área de Reserva Legal em Itaúba, Mato Grosso, com média de 3,12 g de N por 100 g de amostra. A concentração de P não diferiu estatisticamente (0,05) entre as áreas estudadas, apresentando média geral de 0,58±0,03 g por 100 g de amêndoa. Os valores de P registrados foram superiores aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 0,36 g de P por 100 g de amostra. No entanto, os valores de P das áreas JF, JL e MVV são inferiores aos encontrados na tabela TACO, com média de 0,85 g por 100 g (UNICAMP, 2011).

A concentração de K também não diferiu estatisticamente (0,05) entre as áreas estudadas, apresentando média geral de 0,61±0,08 g de K por 100 g de amêndoa. Os valores de K das amêndoas das três áreas avaliadas são inferiores aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 0,94 g de K por 100 g de amostra e semelhantes aos encontrados na tabela TACO, com média de 0,65 g por 100 g (UNICAMP, 2011). Houve diferença significativa (0,05) entre as áreas para concentração de Ca. As áreas avaliadas de Caracaraí apresentaram bons valores de Ca, relativamente, com destaque para as amostras da área MVV, contendo, em média, 0,26±0,04 g de Ca por 100 g de amêndoa. Os dados são semelhantes aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 0,23 g de Ca por 100 g de amostra. Nota-se que os valores de Ca registrados nas três áreas de Roraima são superiores aos encontrados na tabela TACO, com média de 0,14 g de Ca por 100 g de amostra (UNICAMP, 2011).

Foi constatado que a diferença significativa (0,05) entre as amostras das áreas avaliadas ficou evidenciada na concentração de Mg. As áreas de Caracaraí apresentaram os menores (JL) e maiores (MVV) valores de Mg, com 0,28±0,03 e 0,38±0,04 g de Mg por 100 g de amêndoa, respectivamente. Os dados são inferiores aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 0,43 g de Mg por 100 g de amostra e semelhantes aos encontrados na tabela TACO, com média de 0,36 g de Mg por 100 g de amostra (UNICAMP, 2011). A concentração de S não diferiu estatisticamente (0,05) entre as áreas estudadas, apresentando média geral de 0,27±0,07 g por 100 g de amêndoa. Os dados aqui registrados foram semelhantes aos registrados por Bouvie et al. (2016), com média de 0,21 g de S por 100 g de amostra.

Santos (2012) avaliou a farinha parcialmente desengordurada de Castanha-do-brasil, produzida a partir de castanhas coletadas em Belém, Pará, na safra de 2009/2010. O autor verificou

a seguinte ordem nos teores de macroatomitos $K > P > Mg > Ca$, que corrobora os resultados observados neste experimento. Entretanto, os valores entre os estudos apresentam diferença, sendo os de Santos (2012) superior para os resultados de P, K, Ca e Mg, com média geral de 1,08, 1,99, 0,65 e 0,80 g 100 g⁻¹, respectivamente. Tal diferença pode ser justificada pela desidratação mais eficiente do material para a produção da farinha que, ao retirar a umidade do produto, eleva a concentração de elementos para uma mesma quantidade de massa. De qualquer maneira, as castanhas avaliadas são consideradas com boa qualidade de elementos, demandando maiores cuidados por parte dos compradores e produtores. Verificou-se que os teores de microatomitos das amêndoas avaliadas apresentaram, quantitativamente, a seguinte ordem $Fe > Zn > Mn > Cu > B$ (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de microatomitos de amêndoas de castanheira-do-brasil coletadas nos municípios roraimenses de Caracará e São João da Baliza.

Áreas	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	(mg 100 g ⁻¹)				
JF	3,42±0,39 a	9,82±0,57	6,32±0,82	3,42±0,39	1,07±0,27 a
JL	2,49±0,28 c	9,42±0,72	6,09±0,75	2,49±0,28	1,03±0,44 a
MVV	2,98±0,16 b	10,18±0,83	6,40±0,48	3,04±1,29	0,56±0,27 b
Média geral	2,96	9,81	6,27	2,99	0,89
C.V. (%)	9,94	7,29	11,11	26,61	37,91
Valor de p	0,001	0,102	0,621	0,061	0,005
D.M.S.	0,35	0,84	0,82	0,94	0,40

Letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey (0,05). Cu = cobre; Fe = ferro; Zn = zinco; Mn = manganês; B = boro; C.V. = coeficiente de variação; D.M.S. = diferença mínima significativa; N = 9.

Houve diferença significativa (0,05) entre as áreas na concentração de Cu. As amostras oriundas de São João da Baliza (JF) apresentaram os melhores, com média de 3,42±0,39 mg por 100 g de amêndoa, diferindo estatisticamente das amostras de Caracará, ambas com valores abaixo de 3,0 mg de Cu por 100 g de amêndoa. Os valores de Cu aqui registrados são superiores aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 2,35 mg de Cu por 100 g de amostra e aos encontrados na tabela TACO, com média de 1,79 mg de Cu por 100 g (UNICAMP, 2011). Não houve diferença estatística (0,05) entre as áreas extrativistas estudadas na concentração de Fe, apresentando média geral de 9,81±0,76 mg por 100 g de amêndoa. Os valores de Fe são superiores aos registrados na tabela TACO, com média de 2,3 mg por 100 g (UNICAMP, 2011).

A concentração de Zn também não diferiu (0,05) entre as áreas estudadas, apresentando média geral de 6,27±0,68 mg por 100 g de amêndoa. As amêndoas estudadas apresentaram mais Zn em sua composição do que as amêndoas citadas por Bouvie et al. (2016), com média de 5,62 mg por 100 g de Zn, e as citadas pela TACO, com média de 4,20 mg por 100 g (UNICAMP, 2011). Não houve diferença significativa (0,05) entre as áreas estudadas para a concentração de Mn, apresentando média geral de 2,99±0,86 mg por 100 g de amêndoa. Os valores de Mn de amêndoas avaliadas foram superiores aos da TACO (UNICAMP, 2011) e do estudo de Bouvie et al. (2016), com médias de 1,10 e 2,21 mg de Mn por 100 g amostras, respectivamente. Houve diferença significativa (0,05) entre as áreas para concentração de B. As amostras das áreas JF de JL apresentaram 1,07±0,27 e 1,03±0,44 mg de B por 100 g de amêndoa, respectivamente, valores muito superiores aos encontrados na área MVV. Os valores de B aqui encontrados foram inferiores aos observados por Bouvie et al. (2016), com média de 1,24 mg de B por 100 g de amostra.

Santos (2012) avaliando farinha parcialmente desengordurada de Castanha-do-brasil, em Belém, Pará, safra 2009/2010, constatou a seguinte ordem nos teores de microatomitos $Zn > Fe > Cu > Mn$, que corrobora com os resultados observados neste experimento. Entretanto, os valores entre os estudos apresentam diferença, sendo Santos (2012) inferior na concentração de Fe, com média geral de 8,22 mg 100 g⁻¹, e superior nos resultados de Zn, Cu e Mn, com média geral de 11,8,

2,00 e 1,85 mg 100 g⁻¹, respectivamente. Bouvie et al. (2016) constataram os gradientes de concentração de macro e microelementos de N > K > Mg > P > Ca > S e Zn > Cu > Mn > B, respectivamente, que são relativamente semelhantes aos encontrados neste experimento.

4. Conclusões

Há variabilidade de macro e microelementos, em amostras de amêndoas de *B. excelsa* dos genótipos avaliados, oriundos dos municípios roraimenses de Caracará e São João da Baliza. As principais diferenças de elementos entre as áreas estão em N, Ca, Mg, Cu e B. Os genótipos avaliados nas áreas “JF”, “MVV” e “JL” apresentaram valores médios promissores para a maioria dos caracteres nutricionais avaliados, apresentando potencial para valorização da comercialização e do melhoramento.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Referências

- BOUVIE, L. et al. Caracterização físico-química dos frutos de castanheira do Brasil. *Nativa*, v. 4, n. 2, p. 107-111, 2016.
- BRASIL. Decreto n. 5.975, de 30 de novembro de 2006. Diário Oficial da República Federativa de Brasil, Brasília, DF (2006 dez 01); Sec. 1: 1-3.
- CARDARELLI, H. R.; OLIVEIRA, A. J. Conservação do leite de castanha-do-Pará. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 4, p. 617-622, 2000.
- GONÇALVES, J. F. C. et al. Primary metabolism components of seeds from Brazilian Amazon tree species. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v.14, n.2, p.139- 142, 2002.
- HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? *Estudos avançados*, v. 26, n. 74, p.167-186, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (4 ed.) São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C. L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management*, v. 250, p. 244-255, 2007.
- PERES, C. A. et al. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, v. 302, p.2112-2114, 2003.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.
- SALOMÃO, R. P. Densidade, estrutura e distribuição espacial da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H & B) em uma floresta tropical de platô na Amazônia Setentrional. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*, v. 4, n. 1, p. 11-25, 2009.
- SANTOS, O. V. dos. Estudo das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos. 2012. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica. Universidade de São Paulo.
- SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.