

João Batista Dias Damaceno
Universidade Federal do Amazonas
joaodiasrm@gmail.com

Ana Cecília Nina Lobato
Universidade Federal do Amazonas
ninalobatoanacecilia@gmail.com

Danielle Monteiro de Oliveira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
dmoliveira.am@gmail.com

FAIXA FOLIAR ESTIMADA DE MACRONUTRIENTES PARA PLANTAS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL

RESUMO

O adequado suprimento de nutrientes para a Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) facilita seu manejo para fins econômicos ou ecológicos. Entretanto, a carência de faixas de suficiência para os teores foliares de macronutrientes primários e secundários dificultam a interpretação da exigência da cultura. Assim, o objetivo deste estudo é nortear futuras pesquisas com esta espécie sobre a faixa dos teores de nutrientes foliares mais verificados na literatura especializada. O estudo baseado em oito trabalhos com *B. excelsa* de idade e foco do estudo distintos, sendo analisados através de estatística descritiva com os seguintes parâmetros (Média e Desvio padrão). As faixas foram definidas conforme a Média dos teores mínimos e máximos verificados entre os autores e os valores foram estimados em baixos, normais e altos para cada nutrientes. Houve grande variação entre os valores de macronutrientes obtidos pelos autores. O maior acúmulo em folhas de *B. excelsa* observado foi o de nitrogênio. Os acúmulos de nutrientes nas folhas de *B. excelsa* obedecem a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > S > P.

Palavras-chave: Nutrição, Exigência, Florestais. Macronutrientes. Nativa

ESTIMATED FOLIAR BAND OF MACRONUTRIENTS FOR BRAZIL NUT PLANTS

ABSTRACT

The adequate supply of nutrients for the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*) facilitates its management for economic or ecological purposes. However, the lack of sufficiency ranges for leaf contents of primary and secondary macronutrients makes it difficult to interpret the requirement of the crop. Thus, the objective of this study is to guide future research with this species on the range of foliar nutrient contents most verified in the specialized literature. The study based on eight works with *B. excelsa* of distinct age and focus of the study, being analyzed through descriptive statistics with the following parameters (Mean and Standard deviation). The ranges were defined according to the mean of the minimum and maximum levels verified between the authors and the values were estimated in low, normal and high for each nutrients. There was great variation among the macronutrient values obtained by the authors. The highest accumulation in leaves of *B. excelsa* observed was that of nitrogen. The accumulation of nutrients in the leaves of *B. excelsa* follows the following order: N > K > Ca > Mg > S > P.

Keywords: Nutrition, Demand, Forestry. Macronutrients. Native.

1. INTRODUÇÃO

A castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), pertencente à família Lecythidaceae, é uma planta nativa da Amazônia e uma das espécies mais importantes de exploração extrativista (OLIVEIRA, 2017). Apresenta porte elevado, podendo atingir até 60 m de altura, caracterizada pela presença de folhas simples, glabras, com flores de coloração amarela e frutos de capsula lenhosa, globosa e indeiscente com peso médio de 500 g a 1,5 Kg (SOUZA e MENEZES 2004; SANTOS et al., 2009; SANTOS et al., 2013).

A *B. excelsa* é uma espécie de múltiplo uso, cuja madeira pode ser utilizada na construção civil e naval, a casca na elaboração de estopa, o ouriço na produção de carvão e as sementes como alimento e na indústria de cosméticos (BAYAMA et al. 2014). Devido sua rusticidade e adaptabilidade a espécie tem sido amplamente utilizada em sistemas agroflorestais e em plantios homogêneos para reposição da cobertura vegetal (FERREIRA et al., 2012; FERREIRA et al., 2015; DAMACENO, 2017). Todavia, as principais dificuldades encontradas referem-se à escassez de informações sobre as respostas à disponibilidade de nutrientes do solo (SOUZA et al., 2010; CORRÊA 2013).

Segundo Passos (2014), os macro e micronutrientes apresentam funções importantes no metabolismo de compostos orgânicos, como por exemplo, aminoácidos, proteínas e vitaminas, bem como nas funções associadas ao crescimento. Em condições adequadas de suprimento de nutrientes, as plantas apresentam maior crescimento e acúmulo de biomassa e consequentemente maior produtividade

(CORRÊA, 2013). Não obstante, a limitação da disponibilidade de um único elemento pode comprometer o crescimento e desenvolvimento das espécies, uma vez que estes desempenham funções primordiais na manutenção da vida, das condições hídricas, assimilação de carbono, incremento de teores foliares, entre outros (CALDEIRA et al., 2004; GRACIANO et al., 2006; GOMES, 2012).

Trabalhos de Ferreira et al. (2015), Asanok et al. (2013) e Campoe et al. (2014) comprovam que o suprimento adequado de nutrientes promove maior desempenho na fase fotoquímica com a participação direta de Ca, Mg, S, Fe, Cu, Cl, e Mn, quanto bioquímica com micronutrientes e N, P, S favorecendo o estabelecimento das espécies florestais. Embora seja uma espécie adaptada aos solos Amazônicos, *B. excelsa* responde positivamente a fertilização conforme descreve os trabalhos de Ferreira et al. (2012) e Gomes (2012), nos quais a adubação teve um efeito benéfico nos aspectos biométricos em plantas jovens. Autores como Ferreira et al (2015), Damaceno (2017), Oliveira (2017) evidenciam a inexistência de valores de referências para exigências nutricionais de macronutrientes primários (N, P e K) e Secundários (Ca, Mg e S) para plantas de castanheira-do-Brasil.

Dessa forma, o objetivo desse estudo é nortear os autores que trabalham com o estado nutricional de plantas de *B. excelsa* sobre as faixas comumente verificadas na literatura para macronutrientes primários e secundários.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho reuniu oito documentos, entre artigos, dissertações e teses com o intuito de organizar informações acerca do aspecto nutricional para macro e micronutrientes de plantas de Castanheira-do-Brasil. De forma geral, os trabalhos de onde se retirou tais informações prioriza a idade das plantas, o foco que se teve no estudo, a condição de experimentação e o substrato das plantas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Descrição geral dos trabalhos de aspecto nutricional de plantas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), conforme os respectivos autores.

Autores	Idade das Plantas	Foco do Estudo	Condição de Experimentação	Substrato das Plantas
<i>Camargos (1999)</i>	1 ano e 5 meses	Omissão de Nutrientes	Casa de Vegetação	Solução Nutritiva
<i>Gomes (2012)</i>	1 ano e 9 meses	Fertilização	Campo	Solo
<i>Corrêa (2013)</i>	2 anos e 6 meses	Fertilização	Casa de Vegetação	Solo
<i>Ferreira (2013)</i>	30 anos	Condições de Luminosidade	Campo	Solo
<i>Passos (2014)</i>	31 anos	Caracterização da Produtividade	Campo	Solo
<i>Ferreira et al. (2015)</i>	4 anos e 7 meses	Fertilização	Campo	Solo
<i>Oliveira (2017)</i>	1 ano e 7 meses	Fertilização	Casa de Vegetação	Solo +Biocarvão
<i>Damaceno (2017)</i>	1 ano e 3 meses	Fertilização	Casa de Vegetação	Solo +Biocarvão

Em todos os trabalhos citados, as folhas coletadas para análise seguiram critérios de amostragem baseados em folhas totalmente expandida, folhas saudias e folhas do terço médias das plantas, não muito velhas ou muito jovens.

Para as análises estatísticas, utilizou-se estatística descritiva sobre as informações observadas pelos autores para macronutrientes e micronutrientes (Média – equação 1 e Desvio Padrão – equação 2). Os valores mínimos e máximos de cada nutriente foram coletadas a partir dos valores mínimos obtidos por cada autor, considerando os delineamentos amostrais e tratamentos aplicados.

Equação (1) - Média

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

As observações realizadas foram divididas em macronutrientes primários (Nitrogênio -N, Fósforo - P e Potássio - K) e secundários (Cálcio - Ca, Magnésio- Mg e Enxofre -S). Nessas foram retiradas os teores mínimos e máximos para todos os nutrientes observados pelos autores.

Equação (2) - Desvio Padrão

$$S = \sqrt{\text{Variância}}$$

A partir das médias obtidas dos valores mínimos e máximos, propôs-se valores classificados como:

I- Baixos: Valor do qual abaixo do mesmo os valores são considerados baixos, considerando a média dos valores mínimos encontrados pelos autores

II- Normais: Valores intermediários entre a média do mínimo observado e o máximo observado entre os autores.

III- Altos: Valor do qual acima do mesmo os valores são considerados altos, considerando a média dos valores mínimos encontrados pelos autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o nitrogênio foliar (N), observou-se variação de 367% entre os valores mínimos e máximos verificados (9,53 a 34, 96 g/kg-1). Considerando, respectivamente as médias observadas para mínimos e máximos encontrou-se uma variação de 7,80 g/kg-1 de N foliar (Tabela 2).

Tanto os altos teores de N e P encontrados por Camargos (1999) se deve ao fato desse autor ter utilizado solução nutritiva para a experimentação das plantas de *B. excelsa* e há uma facilidade de absorção de nutrientes nessas condições. Mesmo trabalhando com espécies estabelecidas com 30 anos ou mais, Ferreira (2013) e Passos (2014) obtiveram valores máximos de N inferiores aos obtidos por Correa (2013) e Damaceno (2017) em plantas jovens.

Segundo Oliveira (2017), mesmo sob teores foliares abaixo do mínimo verificado nas médias dos autores, não foi observado sintomas de deficiência, entretanto, Damaceno (2017) notou sintomas de deficiência de fósforo como folhas esverdeadas, descritos por Camargos et al. (2002).

Para os teores de potássio (K), verificou-se variação de 890 % entre os mínimos e máximos observados (2,50 a 22,25 g /kg-1) com variação das médias mínimas e máximas de 6,72 g /kg-1 (Tabela 2). Embora haja grande variabilidade nos teores foliares de K nessa espécie, os autores não evidenciam sintomas de deficiência em seus trabalhos. Segundo Furlani (2004), para espécies florestais em geral, a média de K foliar necessária para um crescimento adequado está em torno de 10 g/kg⁻¹.

Tabela 2. Descrição de macronutrientes primários e secundários mínimos e máximos encontrados na literatura para trabalhos com plantas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*).

Autores	Teores de Macronutrientes Primários					
	Nitrogênio (N)		Fósforo (P)		Potássio (K)	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
	-----g/kg ⁻¹ -----					
Camargos (1999)	11,96	34,96	0,77	10,07	5,17	20,41
Gomes (2012)	9,53	17,05	0,65	0,80	6,37	11,47
Corrêa (2013)	17,50	31,60	0,50	1,20	2,50	15,4
Ferreira (2013)	17,90	21,80	0,79	1,25	2,60	8,10
Passos (2014)	20,32	21,50	1,34	1,40	5,93	6,71
Ferreira et al. (2015)	10,70	15,10	1,20	2,40	3,00	5,10
Oliveira (2017)	16,20	19,90	0,62	0,80	13,25	22,25
Damaceno (2017)	20,80	25,40	0,60	0,89	11,96	14,76
Média	15,61	23,41	0,80	2,35	6,34	13,02
S	± 4,35	± 6,89	± 0,30	± 3,16	± 4,15	± 6,29
Autores	Teores de Macronutrientes Secundários					
	Cálcio (Ca)		Magnésio (Mg)		Enxofre (S)	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
	-----g/kg ⁻¹ -----					
Camargos (1999)	4,61	20,74	1,12	4,39	1,26	2,09
Gomes (2012)	3,19	16,21	0,79	2,85	NR	NR
Corrêa (2013)	3,90	11,30	1,50	4,80	NR	NR
Ferreira (2013)	4,30	12,20	1,70	3,20	NR	NR
Passos (2014)	6,48	7,55	2,13	2,57	1,58	1,64
Ferreira et al. (2015)	11,20	12,20	2,40	3,00	NR	NR
Oliveira (2017)	3,50	11,25	NR	NR	NR	NR

<i>Damaceno (2017)</i>	3,40	5,80	1,50	2,20	NR	NR
Média	5,07	12,15	1,59	3,28	1,42	1,86
S	± 2,68	± 4,67	± 0,55	± 0,95	± 0,22	± 0,31

S: Desvio Padrão; NR: Não relatado; Min.: Teores mínimos de macronutrientes; Max.: Teores máximos de macronutrientes.

Para os teores de Cálcio foliar (Ca), observou-se variação de 650,1% entre os valores mínimos e máximos obtidos pelos autores (3,19 e 20,74 g /kg-1). As médias para mínimo e máximo variaram em 7,8 g /kg-1 de Ca (Tabela 2). Como verificado para o N e o P, os teores máximos de Ca foram mais elevados no trabalho de Camargos (1999). Embora nenhum dos autores tenha mencionado sintomas de deficiência de Ca, a exceção de Camargos (1999) que estudou efeitos da omissão, Segundo Marschner (2012) o teor foliar de K pode inibir as taxas de absorção tanto do Ca quanto do Mg.

Os teores de magnésio foliar (Mg) obtiveram variação 607,5% entre os valores mínimos e máximos observados (0,79 e 4,80 g /kg-1), no entanto a diferença entre as médias gerais para mínimo e máximo ficaram em 1,69 g /kg-1 (Tabela 2) . É interessante notar que os teores foliares tanto de Ca quanto de Mg nos estudos de Ferreira (2013) e Passos (2014) com plantas de 30 anos não foram necessariamente mais elevados do que os encontrados por outros autores em plantas mais jovens. De acordo com Furlani (2004), por ser um íon de raio menor, o Mg pode ter sua absorção reduzida por outros elementos como o N, Ca e o K.

Os teores de enxofre foliar (S) apresentaram variação de 165,8% entre o mínimo e o máximo (1,26 e 2,09 g /kg⁻¹) obtido no trabalho de Camargos (1999). As médias de mínimo e máximo para este nutriente variaram em 0,44 g /kg⁻¹ (Tabela 2).

Embora não seja um nutriente comumente avaliado, pode ser limitante para o crescimento e desenvolvimento dessa espécie. Por ser uma espécie com amênia rica em nutrientes, como o selênio (FERREIRA et al., 2006), é possível que o enxofre tenha papel no seu aspecto nutricional.

Com relação aos valores estimados para o Nitrogênio (N), pode-se observar que a faixa considerada normal apresentam valores entre 15,51 e 23,41 g.kg⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3. Faixa nutricional estimada para os teores de macronutrientes primários e secundários estimados para plantas de Castanheira- do-Brasil.

Nutrientes	Teores de macronutrientes Foliares		
	Baixos	Normais	Altos
	-----g. kg ⁻¹ -----		
N	< 15,61	15,51 - 23,41	> 23,41
P	< 0,80	0,80 – 3,28	> 3,28
K	< 6,34	6,34 – 13,02	> 13,02
Ca	< 5,07	5,07 – 12,15	> 12,15
Mg	< 1,59	1,59 – 3,28	> 3,28
S	< 1,42	1,42 – 1,86	> 1,86

De acordo com Vitousek e Sanford (1986), os valores estão adequando para espécies de florestas tropicais. Alguns autores consideram que a faixa nutricional de 12 a 50 g.kg⁻¹ é adequada para o desenvolvimento de espécies florestais (CANTATUTTI et al, 2007; PREZOTTI et al., 2017), no entanto para condições amazônicas, onde há intensa ciclagem de nutrientes e matéria orgânica empobrecida, teores acima de 15 g.kg⁻¹ já são considerados adequados para espécies florestais, faixa

observada na categoria de teores normais para Castanheira-do-Brasil (Tabela 3).

Para os teores de Fósforo (P), observa-se que teores abaixo de $0,80 \text{ g.kg}^{-1}$ são considerados baixos para Castanheira-do-Brasil. Estudando os teores foliares de macronutriente em espécies do Cerrado Brasileiro, Boeger et al. (2005) observaram valores que variaram de $0,15$ a $0,32 \text{ g.kg}^{-1}$, considerando-os baixos de acordo com os estudos de Vitousek e Sanford (1986). Valores acima de $2,0 \text{ g.kg}^{-1}$ são considerados adequados para Malavolta (1980) e de 2 a 4 g.kg^{-1} para Furlani (2004). Entretanto, considerando que *B. excelsa* é uma espécie nativa, reconhecida de áreas com solos pobres em nutrientes, principalmente em P, baixos teores de $0,80$ a $1,0 \text{ g.kg}^{-1}$ podem ser considerados bons (DAMACENO, 2017).

Em geral, os valores adequados de potássico (K) para o bom desenvolvimento de espécies florestais estão por volta de 10 g/kg^{-1} (FURLANI, 2004). Entretanto, valores mínimos de 6 g/kg^{-1} são admitidos por Leaf (1973). A faixa observada como valores normais na tabela 3, indicam uma faixa adequada pra plantas de castanheira-do-Brasil ($6,34$ a $13,02 \text{ g/kg}^{-1}$). Por ocasião das condições climáticas da Amazônia, onde a precipitação ultrapassa 2000 mm anuais, o K tende a ser lixiviado com maior facilidade, e consequentemente, diminuindo a absorção destes nutrientes, em condições naturais (SOUZA et al., 2007).

Os teores de Cálcio (Ca) foliar mínimo indicado como adequado pra espécies florestais por Epstein (1975) e Malavolta (2006) é de $5,0 \text{ g/kg}^{-1}$. Logo, justifica-se uma faixa considerada normal de $5,07$ a $12,15 \text{ g/kg}^{-1}$ indicadas por este

trabalho. O Ca está ligado a lignificação das paredes celulares e tende-se a acumular em tecidos mais velhos. De acordo com Reich et al. (1995), quando mais velha forem as folhas, há uma tendência maior de acumulação de Ca, devidos este acúmulo. Tal fato justifica que nos trabalhos de Ferreira (2013) e Passos (2014), que trabalharam com plantas adulta de castanheira (30 anos) os teores mínimos de Ca foram os maiores observados por este estudo, $6,48$ e $11,20 \text{ g/kg}^{-1}$ de Ca, respectivamente.

Para os teores de Magnésio (Mg) as diferenças entre os valores altos e baixos não são tal distantes. De acordo com Malavolta et al. (1997), para espécies florestais, indica-se uma faixa adequada de Mg entre $2,5$ a $3,0 \text{ g/kg}^{-1}$. Os teores propostos por este trabalho estão entre $1,59$ e $3,28 \text{ g/kg}^{-1}$. Assim como o K, o Mg sendo uma base pode ser facilmente lixiviado, diminuindo a absorção desse elemento pela planta (SOUZA et al., 2007).

A faixa considerada adequada para este trabalho abrange valores abaixo da faixa propriamente indicada, isto devido ao fato de a Castanheira-do-Brasil ser uma espécie adaptada a solos Amazônicos inférteis e sua possível baixa adaptabilidade a essas condições (DAMACENO, 2017). Ainda assim, a faixa proposta pelo presente trabalho corrobora com o considerado adequado por Mills e Jones (1996), que é acima de $1,5 \text{ g/kg}^{-1}$.

Em relação aos Teores de Enxofre (S), são poucos os trabalhos que consideram nas análises sua discriminação, excetuando-se alguns casos, como demonstrados neste trabalho (Tabela 2). De acordo com Mills e Jones (1996), a faixa considerada adequada pra espécies

florestais está em torno de 1,5 a 5,0 g/kg⁻¹. Para Gonçalves (1995), teores entre 1,5 e 2,0 g/kg⁻¹ são considerados adequados. Para o presente trabalhos a faixa de 1,42 a 1,86 g/kg⁻¹ de S são considerados adequados para plantas de castanheira-do- Brasil (Tabela 3).

4. CONCLUSÕES

Houve grande variação entre os valores de macronutrientes obtidos pelos autores.

As plantas de castanheira-do-Brasil acumulam os macronutrientes primários e secundários na seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > S > P.

As faixas de nutrientes foliares indicadas por este trabalho podem sofrer variação de acordo com os objetivos do estudo e idade das plantas.

Os valores mínimos e máximos de macronutrientes primários e secundários podem sofrer a variação indicada pelo desvio padrão apresentado por este trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

REFERÊNCIAS

- ASANOK, L.; MAROD, D.; DUENGKAE, P.; PRANMONGKOL, U.; KUROKAWA, H.; AIBA, M.; KATABUCHI, M.; NAKASHIZUKA, T. Relationships between functional traits and the ability of forest tree species to reestablish in secondary forest and enrichment plantations in the uplands of northern Thailand. **Forest Ecology and Management**, v.296, p. 9-23, 2013.
- BAYAMA, M.M.A.; MALAVAZI, F.W.; SÁ, C.P.; FONSECA, F.L.; ANDRADE, E.P.; WADT, L.H.O. Brazil nut productive chain aspects in the state of Acre, Brazil. **Ciências Naturais**, v.9, p.417-426, 2014.
- BOEGER, M.R.T.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C.B. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, p.167-181, 2005.
- CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V. 2004. Eficiência do uso de micronutrientes e sódio em três procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, v.28, 39-47, 2004.
- CAMARGOS, S. L. **Diagnose de deficiência, teor e acúmulo de nutrientes em castanheira-do-Brasil**. Tese de Doutorado (Agronomia-Energia Nuclear na Agricultura). Programa de Pós-graduação em Energia Nuclear na Agricultura – USP, Piracicaba, 1999.
- CAMARGOS, S.L.; MURAOKA, T.; FERNANDES, S.A.P.; SALVADOR, J.O. Diagnose nutricional em mudas de castanheira-do-brasil. **Revista Agricultura Tropical**, v.6, p.81-96, 2002.
- CAMPOE, O.C.; IANNELLI, C.; STAPE, J.L.; COOK, R.L.; MENDES, J.C.T.; VIVIAN, R. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. **Forest Ecology and Management**, v.313, p.233-242, 2014.
- CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilização do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 769-850.
- CORRÊA, V. M. **Crescimento, aspectos nutricionais e fotossintéticos de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* H.B submetidas à diferentes tratamentos de fertilização**. Dissertação de Mestrado (Ciências de Florestas Tropicais). Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais – INPA, Manaus, 2013.

- DAMACENO, J. B. D. **Biocarvão e efeito residual da adubação fosfatada em mudas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em latossolo da Amazônia.** Dissertação de Mestrado (Agronomia-Agricultura no Trópico Úmido). Programa de Pós-graduação em Agricultura no Trópico Úmido – INPA, Manaus, 2017.
- EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Aplicações.** São Paulo: EDUSP, 1975.
- FERREIRA, E.S. SILVEIRA, C.S. LUCIEN, V.G, AMARAL, A.S. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K). **Alimentos e Nutrição**, v.17, p.203-208, 2006.
- FERREIRA, M. J. **Características ecofisiológicas de clones de *Bertholletia excelsa* H. & B. em plantios de produção da Amazônia Central.** Tese de Doutorado (Ciências de Florestas Tropicais). Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais – INPA, Manaus, 2013.
- FERREIRA, M.J.; GONÇALVES, J.F.C.; FERRAZ, J.B.S.; CORRÊA, V.M. Características nutricionais de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. sob tratamentos de fertilização em área degradada na Amazônia. **Scientia Florestalis**, v.43, p.863-872, 2015.
- FERREIRA, M.J.; GONÇALVESM, JF.C.; FERRAZ, J.B.S. Crescimento e eficiência no uso de água de plantas jovens de castanheira-da-Amazônia em área degradada e submetidas a adubação. **Ciência Florestal**, v.22, p.393-401, 2012.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia de Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.
- GOMES, I. B. **Respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* H. B. submetidas à fertilização em plantio homogêneo.** Dissertação de Mestrado (Ciências de Florestas Tropicais). Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais – INPA, Manaus, 2012.
- Gonçalves, J.L.M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v15, p. 1-23, 1995.
- GRACIANO, C.; GOYA, J. F.; FRANGI, J. L.; GUIAMET, J. J. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in Young plants of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v.236, p.202-210, 2006.
- LEAF, A. L. Plant analysis as an aid in fertilizing forests. In: LEAF, A. L. – **Soil textury and plant analysis.** Madison, Soil science society of America., 1973. 491 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed London: Elsevier, 2012.
- MILLS, H. A.; JONES JÚNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II.** 2. ed. Athens: Micro-Macro, 1996.
- OLIVEIRA, D. M. **Biocarvão e adubação fosfatada no crescimento de mudas de castanheira do brasil em latossolo amarelo da Amazônia Central.** Tese de Doutorado (Ciência Florestal). Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais – UNESP, Botucatu, 2017.
- PASSOS, R.M.O. **Características biométricas, edáficas, nutricionais e produção de frutos de castanha-da-Amazônia em plantios clonais da Amazônia Central.** Dissertação de Mestrado (Ciências de Florestas Tropicais). Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas e Ambientais – UFAM, Manaus, 2014.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o**

Estado do Espírito Santo. Vitória: INCAPER, 2007.

REICH, P.B.; ELLSWORTH, D.S.; UHL, C.
Leaf carbon and nutrient assimilation and conservation in species of different successional status in an oligotrophic Amazonian forest.
Functional Ecology, v.9, p.65-76, 1995.

SANTOS, J.U.M.; BASTOS, M.N.C.; GURGEL, E.S.C.; CARVALHO, A.C.G. *Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland (Lecythidaceae): aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v.1, p.103-112, 2009.

SANTOS, S.C.; VENTURIN, N.; TEIXEIRA, G.C.; CARLOS, L.; MACEDO, R.L.G.
Avaliação da qualidade de mudas de castanha do Brasil submetidas a ausência de nutrientes.
Enciclopédia Biosfera, v.9, p.439-450, 2013.

SOUZA, C.A.S.; TUCCI, C.A.F.; SILVA, J.F.; RIBEIRO, W.O. Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia machophylla* King). **Acta Amazonica**, v.40, p. 515-522, 2010.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

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, p.120-128, 2004.

VITOUSEK, P.M.; SANFORD JR., R.L. 1986.
Nutrient cycling in moist tropical forest.
Annual Review of Ecology and Systematics, v.17, p. 37-167, 1986.

João Batista Dias Damaceno

Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (Produção Vegetal), Universidade Federal do Amazonas.

Ana Cecília Nina Lobato

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (Produção Vegetal), Universidade Federal do Amazonas.

Danielle Monteiro de Oliveira

Doutora em Ciência Florestal, Departamento de Ciências Agronômicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
