



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



**FABIO DOS REIS RIBEIRO DE ARAUJO**

**EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO  
NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* MART.) VAR. VER-  
O-PESO EM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO E ARENOSO**

**BELÉM  
2016**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



FABIO DOS REIS RIBEIRO DE ARAUJO

**EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO  
NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (*Eutepa oleracea* MART.) VAR. VER-  
O-PESO EM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO E ARENOSO**

**Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração: Agroecossistemas Amazônicos, para obtenção do título de Doutor.**

**Orientador: Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas**

**BELÉM  
2016**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**FABIO DOS REIS RIBEIRO DE ARAUJO**

**EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO  
NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* MART.) VAR. VER-  
O-PESO EM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO E ARENOSO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do  
Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da  
Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

\_\_\_\_\_ em agosto de 2016

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Dr. João Tomé de Farias Neto - 1º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

---

Profª Drª. Diocléa Almeida Seabra Silva - 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Profº Dr. Ricardo Augusto Martins Cordeiro - 3º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

---

Profº Dr. jessivaldo - 4º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



## **AGRADECIMENTOS**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	10
<b>1.1 Objetivos</b> .....	12
1.1.1 Geral .....	12
1.1.2 Específicos .....	12
<b>1.2 Hipóteses</b> .....	13
<b>2. AVALIAÇÃO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM LATOSSOLO AMARELO ARENOSO..</b>	15
<b>2.1 Introdução</b> .....	17
<b>2.2 Material e Métodos</b> .....	18
<b>2.3 Resultados e Discussão</b> .....	20
2.3.1 Crescimento das plantas .....	20
2.3.2 Produção de Massa Seca .....	21
2.3.3 Teores e acúmulo de nutrientes nas folhas .....	22
<b>2.4 Conclusão</b> .....	25
<b>Referência bibliográfica</b> .....	26
<b>3. EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (EUTERPE OLERACEA MART.) VAR. VER-O-PESO EM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO</b> .....	31
<b>3.1 Introdução</b> .....	33
<b>3.2 Material e Métodos</b> .....	34
<b>3.4 Resultados</b> .....	36
3.4.1 Crescimento das plantas .....	36
3.4.2 Produção de Massa Seca .....	37
3.4.3 Teores e acúmulo de nutrientes .....	37
<b>3.5 Discussão</b> .....	38
3.5.1 Crescimento das plantas .....	38
3.5.2 Produção de Massa Seca .....	39
3.5.3 Teores e acúmulo de nutrientes .....	40
<b>3.6 Conclusão</b> .....	42
<b>Referência bibliográfica</b> .....	43
<b>4. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	49

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Crescimento em altura (ALT), altura do caule (AC), diâmetro do caule (DC), massa seca nas folhas (MSF), massa seca na parte aérea (MSA), área foliar (AF), e crescimento relativo (CR) de açazeiro, em função dos tratamentos..... **Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 2** - Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açazeiro cultivado em Latossolo amarelo de textura arenosa, em função dos tratamentos. .... **Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 3** - Acúmulo de macro e micronutrientes ( $\text{mg planta}$ ) na matéria seca das folhas de açazeiro cultivado em Latossolo amarelo de textura arenosa, em função dos tratamentos.  
**Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 4** - Crescimento em altura (ALT), altura do caule (AC), diâmetro do caule (DC), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) massa seca na parte aérea (MSA), área foliar (AF), e crescimento relativo da parte aérea (CRA) de açazeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos. .... **Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 5** - Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açazeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos.  
**Erro! Indicador não definido.**

**Tabela 6** - Acúmulo de macro e micronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açazeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos..... **Erro! Indicador não definido.**

## RESUMO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira natural da Amazônia, abundante no estuário do Rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapó e terra firmes. A maioria dos plantios comerciais de açazeiros é realizada em solos de terra firme, em regiões amazônicas onde predominam os latossolos amarelos de baixa fertilidade natural, assim, para se obter altas produtividades, há a necessidade de adubação. Assim, a avaliação da fertilidade permite o conhecimento dos nutrientes que mais limitam o seu desenvolvimento. Com o objetivo de avaliar o crescimento, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de açazeiro (variedade Ver-o-Peso) em Latossolos Amarelos de textura argilosa e arenosa, conduziu-se experimento em casa de vegetação, fundamentado na técnica do elemento faltante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 15 tratamentos em solo argiloso e 14 em arenoso, com cinco repetições em ambos os casos, os tratamentos foram: adubação completa com calagem (Completo); solo sem adubação e sem calagem (Testemunha); adubação completa com omissões individuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cálcio sem calagem, magnésio, magnésio sem calagem, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, além de adubação completa sem calagem (Completo<sup>-cal</sup>) no solo argiloso. Foram realizadas as análises de variância dos dados referentes as variáveis: altura das plantas, diâmetro do estipe, massa seca das folhas, massa seca do estipe, massa seca total, teores e acúmulo de nutrientes nas folhas. Em latossolo amarelo arenoso o crescimento inicial dos açazeiros foi limitado pela omissão de P, N e K, Ca<sup>-cal</sup>, Mg e Mg<sup>-cal</sup> e Cu. A produção de massa seca das folhas foi afetada em ordem decrescente pela omissão P > Cu > N > K > Mg. A área foliar foi restringida pelas omissões individuais na ordem Ca<sup>-cal</sup> > N > P > K > Mg > Zn, e o desenvolvimento da planta medido pelo crescimento relativo de parte aérea é afetado pela carência de Ca<sup>-cal</sup> > P > N > Mg<sup>-cal</sup> > Cu > K > Mg com redução média de 31%. Os nutrientes mais exigidos pelos açazeiros evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas seguem a ordem N > K > S > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu. Em latossolo argiloso o crescimento inicial dos açazeiros foi limitado pela omissão de N, P e Mg. A produção de massa seca das folhas foi afetada em ordem decrescente pela omissão N > K > Mg. A área foliar foi restringida pelas omissões individuais na ordem N > P > K, e o desenvolvimento da planta medido pelo crescimento relativo de parte aérea é afetado pela carência de P > K > N > Mg com redução média de 61,9%. Os nutrientes mais exigidos pelos açazeiros evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas seguem a ordem N > K > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu > S.



## ABSTRACT

In order to evaluate the growth, dry mass production and the contents and accumulation of macro- and micronutrients in seedlings of assai palm (variety *Ver-o-Peso*) in sandy and clayey yellow latosol we conducted a greenhouse experiment based on the missing element technique. The experimental design was completely randomized with 14 treatments in clayey and 15 treatments in sandy yellow latosol, both in five replicates. The treatments were: complete fertilizer with liming (complete); complete fertilizer and no liming (complete<sup>-lime</sup>) (only sandy latosol); no fertilizer and no liming (control); complete fertilization with lime but with the individual omission of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, calcium without lime, magnesium, magnesium without lime, sulfur, boron, copper, manganese. An analysis of variance was performed on the data for the following variables: plant height, stipe diameter, leaf dry mass, stipe dry mass, and content and accumulation of nutrients in the leaves. In sandy yellow latosol initial growth in height of the assai palm was limited by the individual omission of P, N e K, Ca<sup>-lime</sup>, Mg e Mg<sup>-lime</sup> and Cu. The production of leaf dry mass was affected by the following individual omissions in decreasing order: P > Cu > N > K > Mg. Leaf area was restricted by the following individual omissions in order: Ca<sup>-lime</sup> > N > P > K > Mg > Zn. Plant development as measured by relative growth of the aerial part is affected by the lack of Ca<sup>-cal</sup> > P > N > Mg<sup>-lime</sup> > Cu > K > Mg with an average reduction of 31%. The nutrients most needed by assai palm seedling as evidenced by the content and accumulation of the nutrients in the leaf dry mass follow the order: N > K > S > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu. In clayey yellow latosol the initial growth in height of the assai palm was limited by the individual omission of N, P and Mg. The production of leaf dry mass was affected by the following individual omissions in decreasing order: N > K > Mg. Leaf area was restricted by the following individual omissions in order: N > P > K. Plant development as measured by relative growth of the aerial part is affected by the lack of P > K > N > Mg with an average reduction of 61,9%. The nutrients most needed by assai palm as evidenced by the content and accumulation of the nutrients in the leaf dry mass follow the order: N > K > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu > S.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira abundante no estuário do Rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapó e terra firmes, encontrando-se no Estado do Pará as maiores reservas naturais (NOGUEIRA et al, 1995). Do fruto do açazeiro é extraída a polpa utilizada na produção de sucos, sorvetes, cremes, picolés, licores, além de outros usos. Constitui-se, portanto, na principal fonte de proteínas, energia e sais minerais para os povos da floresta, sendo considerado como o segundo produto agrícola mais consumido pela população da Região Amazônica, apenas superado pela farinha de mandioca (OLIVEIRA et al., 2000). Desta forma, grande parte da população desta região realiza o consumo do suco de açaí, principalmente, durante as refeições, fazendo parte do cotidiano e da economia de milhares de famílias, sobretudo, paraenses e amapaenses (SIQUEIRA, 1996; NOGUEIRA; HOMMA, 2000). No aproveitamento do fruto do açazeiro o caroço corresponde a 85% do peso total do fruto, do qual a borra deste caroço é utilizada na produção de cosméticos, as fibras em móveis, placas acústicas, xaxim, compensados, indústria automobilística, entre outros; os caroços limpos podem ser utilizados na torrefação de café, panificação, extração de óleo comestível, fitoterápicos e ração animal, além do uso na geração de vapor, carvão vegetal e adubo orgânico (TINOCO, 2005). Nos estados da região norte, o açazeiro é também uma alternativa economicamente viável para produção de palmito, por apresentar capacidade de perfilhar, formar touceiras, o que possibilita a exploração permanente, desde que racionalmente manejada.

O estado do Pará é o principal produtor nacional concentrando 91,6% da produção com um milhão de toneladas em 154.000 hectares de área plantada e manejada (IBGE, 2015). No Estado, encontram-se 17 dos 20 maiores municípios produtores de frutos de açazeiros nativos do País. A evolução das áreas destinadas à colheita do açazeiro é algo extraordinário, pois o seu cultivo racional, no Pará, a partir do ano de 1990, experimentou sensível crescimento em razão de incentivos financeiros e o uso de novas técnicas de cultivo e manejo (IBGE, 2009).

A nova conjuntura econômica de mercado do açaí, tanto a nível local, como nacional e internacional, se caracteriza por uma crescente demanda que pressiona os preços internos, como resultado dos preços externos serem mais atrativos. Em 2003 o Pará exportou US\$ 3,6 milhões

em polpa congelada e pasteurizada, para os EUA, Europa e Japão (SANTANA, 2003). Com o crescimento da produção de polpa de açaí industrializada e preços compensadores, foram exportados para estes países aproximadamente US\$ 11 milhões, no ano de 2007 (BRASIL, 2009) e em 2014 as exportações já atingiam a cifra de US\$ 22,5 milhões, o que corresponde a 84% do total da pauta de exportação de sucos do Estado.

A demanda insatisfeita do produto eleva o preço demasiadamente na entressafra que abrange o primeiro semestre, atingindo sobremaneira a população de baixa renda que tem no açaí um dos principais produtos de sua dieta alimentar. Com efeito, o aumento da produção passa pelo plantio em terra firme com utilização de áreas degradadas e pelo manejo de várzeas, associado ao uso de inovações tecnológicas, como o uso de sistemas de irrigação, adubação e sementes melhoradas, posto que as áreas nativas de várzeas já estão sendo exploradas em todo seu potencial (Oliveira et al. 2016).

Contudo, embora apresente perspectivas altamente promissoras nos mercados interno e externo, os plantios de açaí apresentam sérios problemas devido a seu modo de exploração, falta de planejamento e organização da produção (NOGUEIRA et al. 1995; Oliveira et al. 2016). Aliado a esses fatos, destaca-se a carência de resultados de diversas áreas de pesquisa, dentre as quais os de nutrição mineral e adubação de plantas, limitando a produção dessa frutífera na Amazônia.

As primeiras pesquisas realizadas sobre a nutrição do açaizeiro evidenciaram que os macronutrientes interferem na produção de massa seca total em plantas jovens na seguinte ordem:  $K > Mg > P > N > Ca > S$ . (HAAG et al. 1992; OLIVEIRA et al., 2002). A espécie desenvolve-se bem em vários tipos de solos. No Estado do Pará, os plantios racionais de açaizeiro estão sendo implantados em solos de terra firme, principalmente em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade natural que são os predominantes nas regiões norte nordeste do estado do Pará, tornando-se evidente que para se obter alta produtividade, é necessário conhecer os nutrientes mais limitantes e, assim, fornecê-los através da aplicação de fertilizantes. As palmeiras exigem uma elevada quantidade de nutrientes, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto na fase reprodutiva (BOVI et al., 2002). O suprimento adequado de fertilizantes a essas plantas promove maior crescimento inicial e antecipação do estágio reprodutivo (BOVI, 1998; MORA-URPÍ et al., 1997; TAMPUBOLON et al., 1990). A adubação do açaizeiro é prática pouco corrente pelos agricultores, pois ainda é de reduzida consistência, do ponto de vista de resultado conclusivo de pesquisa. Os agricultores do plantio

de açazeiros em terra firme utilizam práticas de adubação sem parâmetro da real necessidade nutricional em seus açazais (IBGE, 2009; Oliveira et al. 2016). Neste contexto, as desordens nutricionais, deficiências, excesso e desequilíbrio causam diminuição no desenvolvimento e na produção de qualquer cultura, por isso acredita-se que o açazeiro não constitua exceção. Tal diminuição é, em geral, precedida por sintomas visuais, geralmente mais evidentes nas folhas, embora a produtividade e a produção possam já estar comprometidas, mesmo antes da manifestação dos sintomas (MALAVOLTA, 1980). As recomendações utilizadas no Estado do Pará têm seus méritos, mas apresentam a desvantagem de não considerarem que as doses recomendadas dos nutrientes variam, continuamente, com a produtividade esperada, com o teor e com a capacidade tampão do nutriente no solo, com a textura. Entretanto, possibilitam a obtenção de boas produções de frutos. Assim, propõe-se que as recomendações de adubação para a cultura do açazeiro sejam mais confiáveis, do ponto de vista técnico e principalmente, mais propenso a ajustes com bases científicas, em relação às recomendações, mediante o desenvolvimento e utilização de sistemas para recomendação de adubação baseado em modelos matemáticos.

Nesse contexto, este trabalho utilizou a técnica do elemento faltante que constitui uma ferramenta eficiente para fornecer informações sobre os nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (Laviola e Dias 2008; Miranda et al. 2010) para avaliar a exigência nutricional de mudas de açazeiros em latossolos amarelos de textura argilosa (proveniente de Paragominas) e arenosa (proveniente de Belém). A variedade utilizada no experimento foi a BRS – Ver-o-Peso, recém desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental proveniente de populações melhoradas, que promete produção no período de entressafra nos meses de janeiro a junho, com início da produção com três anos de idade e produtividade maior que a cultivar BRS Pará recomendada pela Embrapa.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Avaliar a fertilidade dos latossolos amarelos de textura arenosa e argilosa, por meio do crescimento e nutrição mineral nos órgãos vegetativos aéreos de plantas jovens de açazeiro (*Euterpe oleracea*) da variedade BRS – Ver-o-Peso.

### **1.1.2 Específicos**

- Avaliar o crescimento do açaizeiro nos dois tipos de latossolos submetidos a tratamentos de omissão de nutrientes
- Avaliar as exigências nutricionais das plantas jovens de açaizeiro nos dois solos em função de tratamentos de omissão de nutrientes por meio do teor e acúmulo de nutrientes.

## 1.2 Hipóteses

As mudas de açaizeiro da variedade BRS – Ver-o-Peso submetidas ao efeito da omissão de nutrientes em Latossolos Amarelos de textura argilosa e textura arenosa apresentarão diferenças no crescimento aéreo, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em virtude das diferenças físico-químicas dos diferentes substratos.

Ambos os solos não possuem conteúdo de nutrientes em quantidades ótimas para o melhor desenvolvimento das mudas de açaizeiro, sendo necessário complementação de nutrientes via adubação.

## Referências

- BOVI, M. L. A. Palmito pupunha: informações básicas para cultivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 50p. (Boletim Técnico, 173).
- BOVI, M. L. A.; GODOY JR, G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento de pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.161-166, 2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTOMAPA. Superintendência Federal de Agricultura-Pa. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 22/01/2012.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 23 fev. 2013
- IBGE. 2015. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Paraense (LSPA/IBGE). Belém-PA
- Laviola, B.G.; Dias, L.A.S. 2008. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975.
- MALAVOLTA, E. Elementos da nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

- Miranda, R. S.; Suderio, F. B.; Sousa, A.F.; Gomes Filho, E. 2010. Deficiência nutricional em plântulas de feijão-de-corda decorrente da omissão de macro e micronutrientes. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 326-333.
- MORA-URPÍ, J. ; WEBER, J. C. ; CLEMENT, C. R. Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research; Gaterleben and International Plant Genetic Resources Institute, 1997. 83p.
- NOGUEIRA, O. L.; CALZAVARA, B. B.G; MULLER, C.H. et al. A cultura do açaí. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1995.
- NOGUEIRA, O.L.; HOMMA, A.K.O. Açaí: técnica de manejo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.
- OLIVEIRA, L. P.; TAVARES, G. S.; HOMMA, A. K. O.; CALZAVARA, B. B. et al. 2016. Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí no Estado do Pará - PROAÇAÍ – PA. Belém, SEDAP
- OLIVEIRA, M. S. P. de; CARVALHO, J. E. U; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 17p.
- OLIVEIRA, M. S. P.; LEMOS, M. A.; SANTOS, V. F.; SANTOS, E. O. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de frutos em açaizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 1-5, abr. 2000.
- SANTANA, A. C. Mercados e comercialização de produtos do açaí. Belém: UFRA, 2003.
- SIQUEIRA, G.C.L. Produtos potenciais da Amazônia. Brasília, DF: SEBRAE, 1996. p.59-63.
- TAMPUBOLON, F. H.; DANIEL, C.; OCHS, R. Réponses du palmier à huile aux fumures azotées et phosphoré en Sumatra. *Oléagineux*, [S.l.], v. 45, p. 475-484, 1990.
- TINOCO, A. C. Açaí amazônico: novas perspectivas de negócio. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 1 CD-ROM. Trabalho apresentado no Workshop Regional do Açaizeiro: pesquisa, produção e comercialização, Belém, PA, 2005.

## 2. AVALIAÇÃO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO EM LATOSSOLO AMARELO ARENOSO

**Resumo:** Com o objetivo de avaliar o crescimento, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de açazeiro (variedade Ver-o-Peso) em latossolo amarelo de textura arenosa conduziu-se experimento em casa de vegetação, fundamentado na técnica do elemento faltante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 14 tratamentos em cinco repetições, os tratamentos foram: adubação completa com calagem (completo); solo sem adubação e sem calagem (testemunha); adubação completa com omissões individuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cálcio sem calagem, magnésio, magnésio sem calagem, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco. Foram realizadas análises de variância dos dados referentes as variáveis: altura das plantas, diâmetro do caule, massa seca das folhas, massa seca do caule, massa seca aérea total, teores e acúmulo de nutrientes nas folhas. O crescimento inicial dos açazeiros foi limitado pela omissão de P, N e K, Ca<sup>-cal</sup>, Mg e Mg<sup>-cal</sup> e Cu. A produção de massa seca das folhas foi afetada em ordem decrescente pela omissão P>Cu>N>K>Mg. A área foliar foi restringida pelas omissões individuais na ordem Ca<sup>-cal</sup>>N>P>K>Mg>Zn, e o desenvolvimento da planta medido pelo crescimento relativo de parte aérea é afetado pela carência de Ca<sup>-cal</sup>>P>N> Mg<sup>-cal</sup>>Cu>K>Mg com redução média de 31%. Os nutrientes mais exigidos pelos açazeiros evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas seguem a ordem N>K>S>Ca>Mg>P>Mn>Zn>B>Cu.

**Palavras chaves:** palmeira; massa seca; teor de nutrientes; acúmulo, nutrição vegetal

## Assessment of nutrient omission on growth and nutritional status of seedlings of assai palm in sandy yellow latosol

**Abstract:** In order to evaluate the growth, dry mass production and the contents and accumulation of macro- and micronutrients in seedlings of assai palm (variety *Ver-o-Peso*) in sandy yellow latosol we conducted a greenhouse experiment based on the missing element technique. The experimental design was completely randomized with 14 treatments in five replicates. The treatments were: complete fertilizer with liming (complete); no fertilizer and no liming (control); complete fertilization with lime but with the individual omission of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, calcium without lime, magnesium, magnesium without lime, sulfur, boron, copper, manganese and zinc. An analysis of variance was performed on the data for the following variables: plant height, stipe diameter, leaf dry mass, stipe dry mass, and content and accumulation of nutrients in the leaves. Initial growth in height of the assai palm was limited by the individual omission of P, N e K, Ca<sup>-lime</sup>, Mg e Mg<sup>-lime</sup> and Cu. The production of leaf dry mass was affected by the following individual omissions in decreasing order: P>Cu>N>K>Mg. Leaf area was restricted by the following individual omissions in order: Ca<sup>-lime</sup>>N>P>K>Mg>Zn. Plant development as measured by relative growth of the aerial part is affected by the lack of Ca<sup>-cal</sup>>P>N> Mg<sup>-lime</sup>>Cu>K>Mg with an average reduction of 31%. The nutrients most needed by assai palm seedling as evidenced by the content and accumulation of the nutrients in the leaf dry mass follow the order: N>K>S>Ca>Mg>P>Mn>Zn>B>Cu.

**Keywords:** palm tree; dry mass; nutrient content; accumulation, plant nutrition



## 2.1 Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira natural da Amazônia, abundante no estuário do Rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapó e terra firmes. O principal produto explorado do açazeiro é o fruto, com finalidade de consumo do suco *in natura*. É também alternativa econômica para produção de palmito, por apresentar capacidade de perfilhar, viabilizando a exploração permanente quando racionalmente manejada. (Menezes et al. 2008).

A produção nacional de frutos da palmeira do açaí, em 2015, totalizou mais de um milhão de toneladas, o principal produtor é o Estado do Pará concentrando 91,6% da produção nacional. Em 2015, as áreas de cultivo no Estado do Pará alcançaram 154.000 hectares, (IBGE 2015). A Embrapa Amazônia Oriental no ano de 2016 lançará no mercado a já desenvolvida variedade BRS – Ver-o-Peso que se destina ao plantio irrigado em terra firme, com produção dos frutos na entressafra e maior produtividade que a variedade BRS – Pará.

A maioria dos plantios comerciais de açazeiros é realizada em solos de terra firme, onde na região predominam os latossolos amarelos de baixa fertilidade natural, assim, para se obter altas produtividades, há a necessidade de fornecer nutrientes, através da adubação (Viégas et al. 2004). As palmeiras exigem uma elevada quantidade de nutrientes, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto reprodutiva e o suprimento adequado de fertilizantes a essas plantas promove maior crescimento inicial e antecipação do estágio reprodutivo (Bovi et al. 2002). As primeiras pesquisas realizadas sobre a nutrição do açazeiro evidenciaram que os macronutrientes interferem na produção de massa seca total em plantas jovens na seguinte ordem: K>Mg>P>N>Ca>S. (Haag et al.1992, Oliveira et al., 2002). Assim, a avaliação da fertilidade permite o conhecimento dos nutrientes que mais limitam o seu desenvolvimento (Lopes 2001, Viégas et al. 2004).

As desordens nutricionais, causam diminuição no desenvolvimento e na produção de qualquer cultura, e comumente manifesta sintomas visuais que tendem a ser mais evidentes nas folhas, podendo a produtividade e a produção estarem comprometidas mesmo antes dos sintomas se manifestarem (Malavolta 1980). Neste contexto, a técnica do elemento faltante avalia a exigência nutricional das culturas e constitui uma ferramenta eficiente para fornecer informações qualitativas sobre os nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (Laviola & Dias 2008, Miranda et al. 2010).

Assim, este trabalho objetivou avaliar o crescimento, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de açazeiro da variedade BRS – Ver-o-Peso em Latossolo Amarelo de textura arenosa sob o efeito da omissão de nutrientes.

## 2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, estado do Pará – Amazônia oriental. O substrato utilizado foi Latossolo Amarelo textura arenosa (Embrapa 2013) coletados no município de Belém a uma profundidade de 0 a 30 cm, possuindo baixo nível de fertilidade natural, profundo e bem drenado.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise química do solo com os seguintes resultados: pH em água = 4,8; P = 25,28 mg dm<sup>-3</sup>; K = 20,3 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 6,8 mg dm<sup>-3</sup>, Al = 0,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 6,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,33 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,89 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 3,6 mg dm<sup>-3</sup> e Zn = 1,41 mg dm<sup>-3</sup>, V% = 11,9; M.O = 23,6 g kg<sup>-1</sup> e SB 0,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O pH em água foi determinado, por meio da utilização do eletrodo de vidro em suspensão na proporção do solo: líquido 1:2,5 Ca e Mg, e extraídos por meio da solução de KCl a 1N que determina a absorção atômica; o P foi extraído pela solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HCl 0,025N e determinado pelo espectrofotômetro (comprimento de onda 660 nm). O K foi determinado por meio de fotômetro de chamas; e o Al por titulação, através do uso da solução de NaOH 0,025N.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 14 tratamentos em cinco repetições sendo cada vaso correspondendo a uma parcela experimental. Os tratamentos foram: completo (adubação com todos os nutrientes mais calagem), testemunha (sem adubação e sem calagem), adubação completa com calagem e com omissão de nitrogênio (- N), com omissão de fósforo (- P), potássio (- K), cálcio (- Ca), cálcio sem calagem (- Ca -cal), magnésio (- Mg), magnésio sem calagem (- Mg -cal), enxofre (- S), boro (- B), cobre (- Cu), manganês (- Mn) e zinco (-Zn).

A calagem foi realizada com o critério de saturação por bases para em quantidade suficiente para elevar a saturação de bases até atingir 60% (Viégas e Botelho 2010) realizada com calcário dolomítico com 32% de CaO, 14% de MgO, PN de 67% e PRNT (poder relativo de neutralização total) de 95% que foi misturado homoganeamente ao substrato e incubado por um período de 30 dias. Após a incubação foi realizado o plantio de duas mudas de açaizeiro com altura média de 10 cm, contendo dois pares de folhas, em vaso de plástico, com capacidade para 5 kg de substrato de TFSA (terra fina seca ao ar) peneirada com peneira de 4 mm. Realizou-se o desbaste de uma das mudas para efeito de homogeneização aos 45 dias após o plantio. Para

a produção das mudas foram utilizadas sementes de nova cultivar de açaizeiro BRS – Ver-o-Peso desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental (a ser lançada).

A semeadura foi realizada em sementeiras, contendo uma mistura de terra preta, serragem e esterco de gado curtidos na proporção de 3:1:1. Após 45 dias do plantio, foi efetuada a adubação mineral em todos os vasos de acordo com os tratamentos, levando-se em consideração a técnica do elemento faltante, nas seguintes doses de acordo com Viégas (2009), com suas respectivas fontes de sais P.A.: N = 100 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>; P = 50 mg kg<sup>-1</sup> de solo – NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; K = 90 mg kg<sup>-1</sup> de solo – KCl; Ca = 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CaCl<sub>2</sub>; Mg = 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo – MgCl<sub>2</sub>; S = 7,5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – NaSO<sub>4</sub>; B = 1,2 mg kg<sup>-1</sup> de solo – H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; Cu = 1,0 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CuSO<sub>4</sub>; Mn = 4 mg kg<sup>-1</sup> de solo – MnSO<sub>4</sub>; Zn = 5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – ZnSO<sub>4</sub>.

As adubações nitrogenadas e potássicas foram parceladas em três aplicações, a primeira ocorreu aos 45 dias do plantio; a segunda, aos 90 dias; e a terceira, aos 150 dias. O solo foi irrigado com água destilada, obedecendo-se ao controle da irrigação pelo método da pesagem dos vasos, para manter a umidade em torno de 80% da umidade de saturação do solo. Mensalmente foram realizadas mensurações da altura da planta, circunferência do coleto a 2,5 cm do substrato, número e tamanho (largura e comprimento dos folíolos) das folhas.

A coleta das plantas ocorreu oito meses após o plantio das mudas, separando-as em folíolos, pecíolo mais coleto e raízes. As partes separadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 70 °C, até a obtenção de massa constante, posteriormente o material seco foi pesado e moído em moinho tipo Willey com vistas à determinação dos teores de nutrientes. Para o cálculo do crescimento relativo da parte aérea (CRA), foi utilizada a fórmula:  $CRA (\%) = (M.S.O.N / M.S.T.C.) \times 100$ , onde: M.S.O.N.= massa seca aérea total obtida em cada omissão de nutriente e M.S.T.C = massa seca aérea total obtida no tratamento completo. O cálculo de área foliar (AF) foi adaptado de Clement e Bovi (2000) sendo:  $AF (m^2) = (L \times C) \times 0,535$ ; sendo: L = largura da folha; C = comprimento da folha; (0,535) = constante que ajusta a forma retangular para o formato da folha. As determinações de macro e micronutrientes nas folhas foram realizadas conforme Embrapa (2010).

Foram realizadas as análises de variância dos dados referentes às variáveis: altura das plantas, diâmetro do caule a 2,5 cm do substrato, produção de massa seca das folhas, e caule, total de teores e acúmulo de macro e micronutrientes, conforme Pimentel Gomes (1990). Para a determinação dos acúmulos dos nutrientes, multiplicou-se o teor em g kg<sup>-1</sup>, de cada nutriente, pelos valores da massa seca das folhas.

Obtendo-se a análise de variância, foi realizado o teste de Dunnett para comparações das médias obtidas nos tratamentos em relação ao tratamento completo, e teste de Scott-Knott para comparações entre os tratamentos, ambos em nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa Action®.

## 2.3 Resultados e Discussão

### 2.3.1 Crescimento das plantas

Os resultados referentes à altura das plantas, altura do caule, diâmetro do caule, produção de massa seca nas partes aéreas da planta, área foliar e crescimento relativo da parte aérea de açaizeiros em função dos tratamentos são apresentados na (Tabela 1).

Constata-se que os tratamentos com omissão apresentaram altura da planta, altura e diâmetro do caule menores ou igual ao tratamento completo. A omissão total de nutrientes na testemunha restringiu o crescimento em altura da planta em 41,5%; altura do caule em 45,2%; e diâmetro do caule em 36,5% em relação ao tratamento completo, justificando importância de aplicação de nutrientes para o desenvolvimento de plantas de açaizeiro cultivado Latossolo amarelo de textura arenosa. Nos parâmetros altura e diâmetro do caule as testemunhas foram os únicos tratamentos com variação significativa em relação ao completo.

As omissões individuais dos macronutrientes N, P, K, Ca<sup>-cal</sup>, Mg e Mg<sup>-cal</sup> foram os que mais restringiram o crescimento inicial das plantas de açaizeiro. As omissões destes foram responsáveis por um decréscimo médio de 22,1% na altura das plantas em relação ao tratamento completo, onde N, P e K limitaram o crescimento em altura das plantas, respectivamente em 20,3%; 23,3% e 20,3%. Estes resultados são corroborados por Viégas et al. (2004) que demonstraram que as omissões individuais de N, P e K em latossolo amarelo de textura média limitaram a altura das plantas de açaizeiros da variedade BRS-Pará na ordem de 35,4%; 38,5% e 26%, respectivamente. Também Viégas et al. (2008) obtiveram em solução nutritiva a diminuição no crescimento em altura de plantas de açaizeiro com as omissões de N 63%, K de 52%, Mg de 51%, P de 48%, e Ca de 15% em relação a seu tratamento completo. Ainda Viégas et al. (2009) demonstraram as omissões individuais de N, P e K em latossolo amarelo como fatores limitantes ao crescimento em altura em açaizeiros. A altura de 72 cm atingida pelo tratamento completo neste experimento é menor que as alturas alcançadas por Viégas et al. (2008), com 76,73 cm e Viégas et al. (2004) com 117 cm, porém compatíveis.

A omissão de  $\text{Ca}^{\text{-cal}}$  restringiu a altura em 24,4%, mostrando a importância de práticas conjuntas de adubação e calagem, entretanto, o efeito da ausência de calagem não foi verificado nas omissões individuais de Mg e  $\text{Mg}^{\text{-cal}}$  que restringiram a altura das plantas em 23,1% e 21,1%, respectivamente. Viégas et al. (2008), apontam que a omissão de Mg restringiu o crescimento de mudas de açazeiro em 50,8%.

Em relação a omissão de micronutrientes somente a omissão de Cu apresentou diferença significativa comparado ao tratamento completo, com diminuição de 20,3% no parâmetro altura das plantas. Viégas et al. (2004) registraram a redução de 7,7% na altura de plantas de açazeiro com a omissão de Cu.

Todos os tratamentos de omissão individual que representaram diminuição de crescimento inicial das plantas de açazeiro em relação ao completo não se diferiram estatisticamente entre si.

### 2.3.2 Produção de Massa Seca

Também na produção de massa seca da parte aérea (MSA) todos os tratamentos foram menores ou iguais ao tratamento completo (tabela 1). As omissões individuais que mais restringiram a produção de massa seca das folhas (MSF) em relação ao tratamento Completo foram, P com redução de 34,3%; N com de 32,5%; K com 30,7%; e Mg com 28,1%. Quanto a omissão de micronutrientes o único tratamento com variação significativa foi Cu com redução de 33,7% comparado ao completo. O tratamento testemunha restringiu o ganho de massa seca das folhas em 66,1%.

Na produção de massa seca do caule (MSC) as omissões individuais de maior restrição foram N, P,  $\text{Ca}^{\text{-cal}}$  e  $\text{Mg}^{\text{-cal}}$  com diminuições relativas ao completo, na ordem respectiva de 35,2%; 36,3%; 39,8% 34,1%, as demais omissões individuais não apresentaram variação significativa e a testemunha promoveu a redução de 77,3% na MSC.

Na produção de MSA os elementos faltantes que limitaram o ganho de massa em relação ao completo foram aos mesmos da MSC, N, P,  $\text{Ca}^{\text{-cal}}$  e  $\text{Mg}^{\text{-cal}}$  com diminuições respectivas de 33,3%; 34,5%; 37%; 24,8%. A omissão total de nutrientes diminui o ganho de MSA em 71,7%.

Viégas et al. (2004) registraram diminuição da MSF, MSC e MSA de plantas de açazeiros como efeito de omissões individuais de N, P, K, Ca e Mg em relação ao tratamento completo. Nas folhas onde a massa do tratamento completo foi de 51,4 g as omissões de N, P, K e Mg reduziram o crescimento respectivamente em 49,3%; 49%; 26,8% e 21,7%. Nos caules

a omissão de N reduziu em 70,7%; P em 74%; K em 40,9%; Ca em 39,6%; e Mg em 24,6%, e na massa MSA as omissões foram responsáveis por uma diminuição nas proporções de N em 58,98%; P em 60,21%; K em 33,15%; Ca em 27,21%; e Mg em 37,14%. Também Haag et al. (1992) em mudas de açazeiros cultivadas em solução nutritiva demonstraram decréscimo de MSF com omissão de N, P, K e Mg e S em 31,2%, 13,0%, 24,7%, 37,7% e 13,0% respectivamente. Além deste, outros estudos comprovam a falta destes elementos como fatores limitantes no ganho de massa seca em mudas de açazeiro (Viéguas et al. 2008, Viéguas et al 2009).

A área foliar (AF) dos açazeiros foi restringida pela omissão individual de N, P, K, Mg em 40,6%, 39,2%, 35,9% e 37,6% respectivamente. A omissão do micronutriente Zn diminuiu em 35,8% a AF das plantas em comparação ao tratamento completo, e a testemunha diminuiu em 69% a área foliar. Viéguas et al. (2008) mostraram que o número de folhas de plantas do açazeiro em tratamentos com omissões individuais de N, P e K foi reduzido significativamente em relação ao tratamento completo na ordem de 50%, 33% e 30%, respectivamente.

O crescimento relativo de parte aérea (CRA) obedeceu à ordem crescente: completo>Ca>S>B>Zn>Mg>Mn>K>Cu>Mg<sup>-cal</sup>>N>P>Ca<sup>-cal</sup>>testemunha; deduzindo-se, dessa forma, que o desenvolvimento da planta, durante o período experimental, foi menos afetado pela carência de Ca com redução de 37,04% da massa seca total da parte aérea, e mais afetado pela omissão total de nutrientes na testemunha com redução de 71,7%; de P reduziu em 35,9%; de N em 34,6%; Mg<sup>-cal</sup> em 29,3% e Cu em 24,8%; de K com 24,6%.

Outros experimentos com omissões individuais de nutrientes comprovam que as carências de N, P, K, e Mg são comumente as que mais afetam o desenvolvimento inicial de plantas de açazeiro. Viéguas et al. (2004) obteve crescimento relativo sendo mais afetado pela omissão de P, com redução de 55,2%; de N com 42,5%; de K com 36,9%, e da omissão de Mg com 26,43%; Viéguas et al. (2008) com produção de massa seca sendo afetada pelo nitrogênio com redução de 62,28%; e Viéguas et al. (2009) com a produção de massa seca mais afetada pela omissão de fósforo, com redução de 55,23%, de nitrogênio com 42,42%, de potássio com 36,88% e de magnésio com 26,43%. Haag et al. (1992) mostraram que as omissões de nutrientes interferem na produção de massa seca na seguinte ordem decrescente: K>Mg>P>N>Ca>S>B.

### 2.3.3 Teores e acúmulo de nutrientes nas folhas

Os teores dos nutrientes na MSF do açazeiro correspondentes a cada tratamento são apresentados na Tabela 2.

De maneira geral os tratamentos com omissões individuais dos nutrientes, quando comparada ao tratamento completo, causaram redução no teor daquele que foi omitido nas plantas. No tratamento completo a sequência decrescente de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) quanto aos teores na MSF seguiu a ordem  $\text{N}>\text{K}>\text{S}>\text{Ca}>\text{Mg}>\text{P}$ , e de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) a ordem  $\text{Mn}>\text{Zn}>\text{B}>\text{Cu}$  (tabela 3), Fernandes et al. (2013) obtiveram em pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivadas em solução completa, a sequência decrescente de macronutrientes quanto aos teores nas folhas e caule a ordem  $\text{N}>\text{K}>\text{Ca}>\text{P}>\text{Mg}>\text{S}$ .

O teor de N na MSF do tratamento completo foi de  $24,14 \text{ g kg}^{-1}$ , valor superior aos determinados em experimentos semelhantes com açaizeiro por Viégas et al. (2009) com  $15,67 \text{ g kg}^{-1}$  de N em Latossolo amarelo; por Gonçalves (2004), com  $19,39 \text{ g kg}^{-1}$ ; e Haag et al. (1992) com  $16,6 \text{ g kg}^{-1}$  de N, e inferior a Silva e Falcão (2002), que pesquisando as limitações nutricionais em mudas de pupunheira, obtiveram plantas pouco desenvolvidas no tratamento com omissão de nitrogênio, com o teor foliar de  $30,7 \text{ g kg}^{-1}$  de N no tratamento completo e  $10,1 \text{ g kg}^{-1}$  de N com omissão deste nutriente.

A absorção de N foi limitada pelas omissões de S e Zn, respectivamente em 16,3 % e 22,9% menores que o tratamento completo, os menores valores de absorção obtidos foram nos tratamentos de omissão do próprio N com redução de 47,6% e a testemunha com 34,9%. Essa diminuição dos teores de N, pela omissão de S, está relacionada a diminuição do teor de açúcares redutores, acúmulo de carboidratos, e da síntese de proteínas (Hawkesford 2000), por causa da menor conversão de N para a forma orgânica (Prado et al. 2007).

O teor de P obtido de  $1,25 \text{ g kg}^{-1}$  no tratamento completo é condizente com os obtidos por Haag et al. (1992) de  $1,3 \text{ g kg}^{-1}$  e por Gonçalves (2004) de  $1,69 \text{ g kg}^{-1}$  e superior ao obtido por Viégas et al. (2009) de  $0,70 \text{ g kg}^{-1}$  de P. Os teores de P foram limitados pela omissão de N, P e  $\text{Ca}^{\text{-cal}}$  nas proporções de 18,08%; 27,2% e 11,36% menores que o tratamento completo, a omissão total de nutrientes reduziu o teor em 35,68%. Já a absorção de P foi favorecida em baixa proporção pela omissão de Mg.

O teor de K de  $14,52 \text{ g kg}^{-1}$  obtido no tratamento completo é quatro vezes maior que o obtido por Viégas et al. (2009) com açaizeiros em latossolo amarelo ( $3,52 \text{ g kg}^{-1}$  de K), e mais compatível com os obtidos por Haag et al. (1992) ( $19,6 \text{ g kg}^{-1}$ ), e por Gonçalves (2004), ( $9,42 \text{ g kg}^{-1}$ ), ambos com a utilização de solução nutritiva em substrato contendo sílica.

Os teores de K foram limitados pelas omissões em ordem decrescente testemunha  $>\text{K}>$   $>\text{N}>\text{Zn}>\text{P}>\text{Mg}$ . Em comparação ao tratamento completo o teor de K na testemunha foi 69,2% menor. A omissão do K no solo favoreceu a absorção de Ca pelos açaizeiros, o que pode estar relacionado à inibição competitiva entre ambos no processo de absorção (Malavolta et al. 1997).

Os teores de Ca obtidos nas plantas foram superiores ao tratamento completo em todas as omissões com significância estatística, em uma média de 160% maior. Acredita-se que a elevada absorção de Ca pode ter sido favorecida pela suplementação extra desse elemento via calagem do solo com calcário dolomítico na maioria dos tratamentos.

O teor foliar de Mg obtido no tratamento completo de 2,19 g kg<sup>-1</sup> é compatível com Viégas et al. (2009) que obteve teor foliar de Mg de 2,2 g kg<sup>-1</sup> de Mg no tratamento completo, e estão próximos dos obtidos por Haag et al. (1992). Também o processo de calagem pode ter feito com que os teores de Mg, tenham apresentado resultados em média 40% maior que o tratamento completo nos tratamentos com omissões de N, K, Ca, S e Cu. Somente o tratamento com omissão simultânea de Mg e calagem (Mg<sup>-cal</sup>) obteve teor menor que o Completo com significância estatística (-63%).

O S foi menos adsorvido com a omissão de N, Mg e Mg<sup>-cal</sup>, e dos micronutrientes Cu, Mn e Zn, com destaque para este último que limitou a absorção de S pelas folhas em 59,2%, superando a restrição de absorção da testemunha.

Os teores dos micronutrientes Cu, Zn e Mn apresentaram valores menores que o tratamento Completo para maioria dos tratamentos de omissões individuais. Este fato pode ser atribuído também a calagem, que ao aumentar o pH do solo diminui a disponibilidade destes micronutrientes, afetando assim sua absorção pelas plantas (Malavolta 2006), neste sentido, foi observado que a omissão de Ca<sup>-cal</sup> aumentou a absorção de Cu em 23,7%, e Zn em 26,15%, e a omissão de Mg<sup>-cal</sup> promoveu os teores de Mn em 9,7% em relação ao Completo, Viégas et al. (2009) demonstraram o Mn como o micronutriente mais limitante para o crescimento de açazeiros em Latossolo Amarelo textura média, corroborando com o atual estudo que também atesta a importância deste como o micronutriente mais absorvido.

O teor obtido de B no Tratamento Completo foi de 54,24 mg kg<sup>-1</sup>, maior que o obtido por Haag et al. (1992), de 51 mg kg<sup>-1</sup>, e por Viégas et al. (2009) de 31,34 mg kg<sup>-1</sup> em seus tratamentos completos.

O teor de B foi diminuído com a omissão de próprio em 68,17%, e a testemunha diminuiu em 41% seu teor ambos comparado ao completo. A absorção de B foi favorecida em 23,09% com a omissão de K. Viégas et al. (2004), estudando o efeito de doses de boro sobre o crescimento de plantas de açazeiro, concluíram que a dose ótima estimada de boro foi de 2,3 mg L<sup>-1</sup> de B e que acima de 2,5 mg L<sup>-1</sup> de B ocorreu efeito depressivo no crescimento, outros estudos apontam o B como limitante no desenvolvimento de palmeiras na Amazônia (Viégas 1993, Lins 2000, Viégas et al. 2009), este estudo não obteve resultados que o demonstrasse, corroborando com Haag et al. (1992).



A ordem decrescente de acúmulo total de nutrientes nas folhas relacionadas ao tratamento completo foi  $N > K > S > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu$ , (Tabela 3), evidenciando que os nutrientes mais exigidos pelos açaizeiros da variedade estudada são N, K e S.

Viégas et al. (2009) com cultivo de açaizeiros BRS – Pará em Latossolo amarelo atestaram o acúmulo de macronutrientes na ordem decrescente de  $N > Ca > K > Mg > S > P$ , e Fernandes et al. (2013) obtiveram em pupunheira, planta amazônica de mesma família botânica, a ordem decrescente do acúmulo total de macronutrientes de  $N > K > Ca > P > Mg > S > Na$ . Estes dados revelam que o N e K são os nutrientes mais acumulados na fase inicial de desenvolvimento não só para o açaizeiro mais para outras plantas da família *Arecaceae*, havendo discordância em relação a este experimento quanto ao acúmulo de S, que neste trabalho foi o terceiro mais exigido, enquanto que em Viégas et al. (2009) e Fernandes et al. (2013), ficou em quinta e sexta posição respectivamente.

## 2.4 Conclusão

O crescimento inicial das plantas de açaizeiro em latossolo amarelo arenoso é limitado em média de 22% pela omissão dos nutrientes N, P, K,  $Ca^{-cal}$ , Mg,  $Mg^{-cal}$  e Cu não havendo diferença significativa entre o efeito de cada uma das omissões.

A produção de massa seca das folhas de açaizeiro é afetada em ordem decrescente pela omissão  $P > Cu > N > K > Mg$  em uma média de 31,9%. A área foliar é restringida pela omissão individual de nutrientes na ordem  $Ca^{-cal} > N > P > K > Mg > Zn$  e o desenvolvimento da planta medido pelo crescimento relativo de parte aérea é afetado pela carência de  $Ca^{-cal} > P > N > Mg^{-cal} > Cu > K > Mg$  com redução média de 31%.

Os nutrientes mais exigidos pelos açaizeiros da variedade estudada evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas seguem a ordem  $N > K > S > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu$ .

## Agradecimentos

The Postgraduate Program in Agrarian Sciences at the Federal Rural University of Amazonia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico for scholarship granted to the first author during this work. Nelson Cruz de Oliveira for help in conducting the experiment.

## Referência bibliográfica

- BOVI, M. L. A.; GODOY, J. R. G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento de pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.161-166, 2002.
- CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. *Acta Amazônica*. v.30, n.3, p.349-362, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF. 342p, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Embrapa Clima Temperado. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas, RS. 177p, 2010.
- FERNANDES, A. R.; MATOS, G. S. B.; CARVALHO, J. G. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, p. 1178-1189, 2013.
- GONÇALVES, A. S. *Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro, em plantas de açaizeiro (Euterpe oleracea Mart.)*. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2004.
- HAAG, H. P.; SILVA FILHO, N. L.; CARMELLO, Q. A. C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Unipress, 1992. v. 1, p. 477-479.
- HAWKESFORD, M. J. Plant response to Sulphur deficiency and the genetic manipulation of sulphate transporters to improve S-utilization efficiency. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 51, p. 131-138, 2000.
- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Paraense (LSPA/IBGE). Belém. 2015.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975. 2008.
- LINS, P. *Resposta do coqueiro (Cocos nucifera L.) à aplicação de N, P, K e Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-PA*. Belém, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FCAP, 2000.
- LOPES, M. L. B. *Mercado e distribuição dos retornos sociais do manejo do açaí para produção de frutos*. Belém - PA, Dissertação de mestrado – Universidade da Amazônia, 2001.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres, São Paulo. 1980.

- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição de plantas*. Agronômica Ceres, São Paulo. 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS. 1997.
- MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazônica*. Manaus, v. 38, n. 2, p. 311-316. 2008.
- MIRANDA, R. S.; SUDERIO, F. B.; SOUSA, A. F.; GOMES FILHO, E. Deficiência nutricional em plântulas de feijão-de-corda decorrente da omissão de macro e micronutrientes. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 326-333, 2010.
- OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. *Cultivo do açaizeiro para produção de frutos*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 17p. (Circular Técnica, 26).
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional de plantas de sorgo (cv. BRS 3010) cultivadas em solução nutritiva. *Científica*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 122- 128, 2007.
- SILVA, J. R. A.; FALCÃO, N. P. S. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivada em solução nutritiva. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 32, n. 4, p. 529-539, 2002.
- VIÉGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo do açaizeiro em latossolo amarelo textura média, Estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(2):382-384, 2004.
- VIÉGAS, I. J. M.; GONÇALVES, A. A. S.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açaizeiro (*Euterpe oleraceae* Mart). *Revista de Ciências Agrárias*. Belém. v. 50, p. 129-141. 2008.
- VIÉGAS; MEIRELES, R. O.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. Avaliação da fertilidade de um latossolo amarelo textura média para o cultivo do açaizeiro no estado do Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n. 52, p. 23-35, 2009.
- VIÉGAS, I. J. M.; BOTELHO, S. M. Açaizeiro. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

Tabela 1 - Crescimento em altura (ALT), altura do caule (AC), diâmetro do caule (DC), massa seca nas folhas (MSF), massa seca na parte aérea (MSA), área foliar (AF), e crescimento relativo (CR) de açazeiro, em função dos tratamentos.

Tratamento	ALT (cm)	AE (cm)	DE (mm)	MSF (g)	MSC (g)	MSA (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	CR (%)							
Completo	72,00	a	22,00	a	16,85	a	9,53	a	33,62	a	43,15	a	1776,72	a	100,00
- N	57,40*	a	18,40	a	15,38	b	6,43*	b	21,79*	b	28,76*	c	1055,64*	b	65,4
- P	55,20*	a	18,00	a	14,84	b	6,26*	b	21,40*	b	28,25*	c	1079,61*	b	64,1
- K	57,40*	a	20,20	a	16,36	a	6,60*	b	25,94	a	34,34	b	1139,37*	b	75,4
- Ca	60,20	a	21,80	a	16,34	a	9,48	a	33,36	a	42,84	a	1543,03	a	99,3
- Ca <sup>-cal</sup>	54,40*	a	18,60	a	14,20	b	6,91	b	20,25*	b	27,17*	c	948,31*	b	63,0
- Mg	55,40*	a	18,80	a	15,27	b	6,85*	b	29,27	a	39,12	a	1108,63*	b	83,7
- Mg <sup>-cal</sup>	56,80*	a	19,00	a	16,19	a	8,37	a	22,15*	b	32,46*	b	1322,22	b	70,7
- S	67,00	a	22,00	a	16,39	a	8,91	a	33,20	a	42,11	a	1204,72	b	97,6
- Cu	57,40*	a	20,40	a	14,42	b	6,32*	b	26,11	a	41,79	a	1254,77	b	75,2
- Zn	58,60	a	20,00	a	16,22	a	8,58	a	30,94	a	32,74	b	1140,61*	b	91,6
- Mn	60,40	a	20,80	a	16,18	a	7,64	a	27,48	a	35,12	b	1196,98	b	81,4
- B	62,80	a	20,60	a	16,20	a	9,00	a	31,99	a	39,52	a	1239,26	b	95,0
Testemunha	42,15*	a	12,05*	b	10,70*	c	3,23*	c	8,97*	c	12,20*	d	551,26*	b	28,3
CV(%)	11,5		13,5		9,3		19,63		22,97		21,5		28,82		25,1

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2 - Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açaizeiro cultivado em Latossolo amarelo de textura arenosa, em função dos tratamentos.

Tratamento	Teores										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	B	
Completo	24.14	a 1.25	a 14.52	b 2.61	b 2.19	b 7.39	a 7.22	b 93.17	a 99.93	b 54.45	c
- N	12.88*	d 1.02*	b 9.50*	c 7.20*	a 3.04*	a 5.47*	b 4.08*	e 66.22*	c 76.66*	d 58.77	b
- P	22.69	a 0.91*	c 9.62*	c 5.50	a 2.45	a 6.52	a 6.00*	c 60.15*	d 84.78*	c 60.21	b
- K	24.20	a 1.24	a 4.77*	d 6.44*	a 3.10*	a 6.47	a 5.14*	d 64.41*	c 83.75*	c 66.98*	a
- Ca	24.27	a 1.19	a 11.67*	b 6.52*	a 2.98	a 4.50	b 4.43*	e 66.64*	c 71.33*	d 55.30	c
- Ca <sup>-cal</sup>	22.40	a 1.10	a 13.17	b 3.09	b 2.00	b 6.34	a 8.93*	a 100.34*	a 116.48*	a 50.54	c
- Mg	21.98	a 1.25	a 9.86	c 5.49*	a 1.80	b 5.79*	b 6.21	c 71.51*	c 90.46	c 52.85	c
- Mg <sup>-cal</sup>	23.03	a 1.23	a 18.11	a 2.58	b 0.81*	c 5.13*	b 6.65	b 80.23*	b 109.62	a 55.71	c
- S	21.21*	a 1.19	a 9.50	c 7.34*	a 3.04*	a 6.48	a 5.23*	d 62.71*	c 84.13*	c 54.95	c
- Cu	22.78	a 1.18	a 13.05	b 7.05*	a 3.16*	a 5.65*	b 5.09*	d 59.17*	d 82.80*	c 54.09	c
- Zn	18.74*	b 1.11	a 8.98*	c 6.54*	a 2.65	a 3.02*	c 5.17*	d 34.11*	e 89.31	c 54.88	c
- Mn	23.31	a 1.21	a 11.55	b 7.18*	a 2.88	a 5.68*	b 6.23	c 64.40*	c 34.66*	e 46.51	c
- B	22.84	a 1.24	a 13.29	b 6.68*	a 2.86	a 6.85	a 5.99*	c 53.65*	d 95.28	b 17.47*	e
Testemunha	15.72*	c 0.80*	c 4.48*	d 7.06*	a 2.29*	b 4.77*	b 4.25*	e 31.03*	e 34.26*	e 32.21*	d
CV(%)	10,21	11,6	25,74	19,4	15,14	10,22	7,73	9,09	10,47	23,3	

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3 - Acúmulo de macro e micronutrientes (mg planta) na matéria seca das folhas de açaizeiro cultivado em Latossolo amarelo de textura arenosa, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Acúmulos																			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	B										
Completo	229.51	a	11.85	a	138.71	a	24.79	b	20.76	b	70.74	a	0.068	a	0.884	a	0.973	a	0.517	a
- N	92.09*	c	7.20*	b	65.65*	b	49.77	a	21.19	b	37.91*	b	0.029*	c	0.460*	c	0.533*	c	0.409	b
- P	156.46*	b	6.08*	b	65.74*	b	37.17	b	16.63	c	44.53*	b	0.042*	b	0.411*	C	0.579*	c	0.413	b
- K	202.21	a	10.39	a	41.09*	c	54.81*	a	26.24	a	54.33	a	0.043*	b	0.540*	C	0.704	b	0.564	a
- Ca	234.70	a	11.59	a	108.33	a	62.75*	a	28.86	a	43.49*	b	0.043*	b	0.638*	B	0.689	b	0.537	a
- Ca <sup>-cal</sup>	155.81*	b	7.65*	b	87.75*	b	20.35	b	13.55	c	43.88*	b	0.060	a	0.691	B	0.780	b	0.351	b
- Mg	215.14	a	12.23	a	96.60	b	56.02*	a	17.39	c	57.29	a	0.061	a	0.709	B	0.895	a	0.522	a
- Mg <sup>-cal</sup>	192.62	a	10.29	a	152.85	a	21.67	b	6.81*	d	42.90*	b	0.056	a	0.675	B	0.919	a	0.466	a
- S	190.10	a	10.69	a	84.12*	b	65.51*	a	27.38	a	57.74	a	0.046*	b	0.560*	C	0.746	b	0.489	a
- Cu	150.14*	b	7.81*	b	89.33	b	46.03	a	20.87	b	37.44*	b	0.034*	c	0.392*	C	0.548*	c	0.360	b
- Zn	159.73	b	9.52	a	75.86*	b	55.55*	a	22.44	b	25.87*	c	0.044*	b	0.291*	D	0.764	b	0.471	a
- Mn	176.69	b	9.15	a	90.21	b	54.65*	a	21.91	b	43.10*	b	0.048*	b	0.496*	C	0.265*	d	0.355	b
- B	223.44	a	12.17	a	130.16	a	65.38*	a	27.99	a	67.01	a	0.058	a	0.527*	C	0.933	a	0.172*	c
Testemunha	51.36*	c	2.52*	c	15.24*	c	23.57*	b	7.55*	d	17.38*	c	0.014*	d	0.100*	E	0.109*	d	0.111*	c
CV (%)	22.79		23.70		32.41		30.17		27.05		23.90		23.41		23.57		23.70		24.72	

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### **3. EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (EUTERPE OLERACEA MART.) VAR. VER-O-PESO EM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO**

**Resumo:** Com o objetivo de avaliar o crescimento, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de açaizeiro (variedade Ver-o-Peso) em Latossolo Amarelo de textura argilosa conduziu-se experimento em casa de vegetação, fundamentado na técnica do elemento faltante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 15 tratamentos em cinco repetições, os tratamentos foram: adubação completa com calagem (Completo); solo sem adubação e sem calagem (Testemunha); adubação completa com omissões individuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cálcio sem calagem, magnésio, magnésio sem calagem, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco. Foram realizadas análises de variância dos dados referentes as variáveis: altura das plantas, diâmetro do estipe, massa seca das folhas, massa seca do estipe, massa seca total, teores e acúmulo de nutrientes nas folhas. O crescimento inicial dos açaizeiros foi limitado pela omissão de N, P e Mg. A produção de massa seca das folhas foi afetada em ordem decrescente pela omissão  $N > K > Mg$ . A área foliar foi restringida pelas omissões individuais na ordem  $N > P > K$ , e o desenvolvimento da planta medido pelo crescimento relativo de parte aérea é afetado pela carência de  $P > K > N > Mg$  com redução média de 61,9%. Os nutrientes mais exigidos pelos açaizeiros evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas seguem a ordem  $N > K > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu > S$ .

**Palavras chaves:** açaí, massa seca, teor e acúmulo de nutrientes

**Assessment of nutrient omission on growth and nutritional status of seedlings of assai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) var. Ver-o-Peso in clayey yellow latosol**

**Abstract:** In order to evaluate the growth, dry mass production and the contents and accumulation of macro- and micronutrients in seedlings of assai palm (variety *Ver-o-Peso*) in clayey yellow latosol we conducted a greenhouse experiment based on the missing element technique. The experimental design was completely randomized with 15 treatments in five replicates. The treatments were: complete fertilizer with liming (complete); no fertilizer and no liming (control); complete fertilization with lime but with the individual omission of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, calcium without lime, magnesium, magnesium without lime, sulfur, boron, copper, manganese and zinc. An analysis of variance was performed on the data for the following variables: plant height, stipe diameter, leaf dry mass, stipe dry mass, and content and accumulation of nutrients in the leaves. Initial growth in height of the assai palm was limited by the individual omission of N, P and Mg. The production of leaf dry mass was affected by the following individual omissions in decreasing order: N>K>Mg. Leaf area was restricted by the following individual omissions in order: N>P>K. Plant development as measured by relative growth of the aerial part is affected by the lack of P>K>N>Mg with an average reduction of 61,9%. The nutrients most needed by assai palm as evidenced by the content and accumulation of the nutrients in the leaf dry mass follow the order: N>K>Ca>Mg>P>Mn>Zn>B>Cu>S.

**Keywords:** açaizeiro, dry mass, macronutrients, content of nutrients



### 3.1 Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia, distribuída no baixo Amazonas, Maranhão, Tocantins e Amapá, alcançando as Guianas e a Venezuela destacando-se pela abundância e produção de frutos servindo de alimento para as populações locais, sendo ainda a principal fonte para a agroindústria de palmito no Brasil, (Menezes et al. 2008; Jardim 2005).

O estado do Pará é o principal produtor concentrando 91,6% da produção nacional com um milhão de toneladas em 154.000 hectares área plantada e manejada (IBGE, 2015). A Embrapa Amazônia Oriental no ano de 2016 lançará no mercado a já desenvolvida variedade BRS – Ver-o-Peso que se destina ao plantio irrigado em terra firme, com produção dos frutos na entressafra e maior produtividade que a variedade BRS – Pará.

A maioria dos plantios comerciais de açazeiros é realizada em solos de terra firme, em regiões amazônicas onde predominam os Latossolos amarelos de baixa fertilidade natural, assim, para se obter altas produtividades, há a necessidade de fornecer nutrientes, através da adubação (Viégas et al. 2004). As palmeiras exigem uma elevada quantidade de nutrientes, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto reprodutiva e o suprimento adequado de fertilizantes a essas plantas promove maior crescimento inicial e antecipação do estágio reprodutivo (Tampubolon et al. 1990; Mora-Urpí et al. 1997; Bovi et al. 2002).

As desordens nutricionais, causam diminuição no desenvolvimento e na produção de qualquer cultura, e comumente manifesta sintomas visuais que tendem a ser mais evidentes nas folhas, podendo a produtividade e a produção estarem comprometidas mesmo antes dos sintomas se manifestarem (Malavolta 1980).

As primeiras pesquisas realizadas sobre a nutrição do açazeiro evidenciaram que os macronutrientes interferem na produção de massa seca total em plantas jovens na seguinte ordem: K>Mg>P>N>Ca>S. (Haag et al. 1992; Oliveira et al. 2002). Assim, a avaliação da fertilidade permite o conhecimento dos nutrientes que mais limitam o seu desenvolvimento (Lopes 2001; Viégas et al. 2004). Neste contexto, a técnica do elemento faltante avalia a exigência nutricional das culturas e constitui uma ferramenta eficiente para fornecer informações sobre os nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (Laviola e Dias 2008; Miranda et al. 2010).

Assim este trabalho tem o objetivo de avaliar o crescimento, produção de massa seca, teor e acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de açazeiro da variedade BRS – Ver-o-Peso em Latossolo Amarelo argiloso sob o efeito da omissão de nutrientes.

### 3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. O substrato utilizado foi Latossolo Amarelo textura argilosa (EMBRAPA 1999) coletados no município de Paragominas – PA, em uma profundidade de 0 a 30 cm, possuindo baixo nível de fertilidade natural, profundo e bem drenado.

Antes da instalação do experimento foi realizada análise química do solo com os seguintes resultados: pH em água = 4,8; P = 25,28 mg dm<sup>-3</sup>; K = 20,3 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,70 cmol dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,10 cmol dm<sup>-3</sup>; S = 6,8 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 0,70 cmol dm<sup>-3</sup>; H+Al = 6,30 cmol dm<sup>-3</sup>; B = 0,33 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,89 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 3,6 mg dm<sup>-3</sup> e Zn = 1,41 mg dm<sup>-3</sup>, V% = 11,9; M.O = 23,6 g kg<sup>-1</sup> e SB 0,85 cmol dm<sup>-3</sup>.

O pH em água foi determinado, por meio da utilização do eletrodo de vidro em suspensão na proporção do solo: líquido 1:2,5 Ca e Mg, e extraídos por meio da solução de KCl a 1 N que determina a absorção atômica; o P foi extraído pela solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HCl 0,025 N e determinado pelo espectrofotômetro (comprimento de onda 660 nm). O K foi determinado por meio de fotômetro de chamas; e o Al por titulação, através do uso da solução de NaOH 0,025 N.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 15 tratamentos em cinco repetições sendo cada vaso correspondendo a uma parcela experimental. Os tratamentos foram: adubação completa mais calagem (Completo), adubação completa sem calagem (Completo<sup>-cal</sup>), sem adubação e sem calagem (Testemunha) e adubação completa com omissão de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cálcio sem calagem, magnésio, magnésio sem calagem, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco, um de cada vez, os quais foram designados respectivamente por: – N, – P, – K, – Ca, – Ca<sup>-cal</sup>, – Mg, – Mg<sup>-cal</sup>, – S, – B, – Cu, – Mn e –Zn.

A calagem foi realizada com o critério de saturação por bases para em quantidade suficiente para elevar a saturação de bases até atingir 60% (Viégas e Botelho 2010) realizada com calcário dolomítico com 32% de CaO, 14% de MgO, PN de 67% e PRNT (poder relativo de neutralização total) de 95% que foi misturado homogeneamente ao substrato e incubado por um período de 30 dias. Após a incubação foi realizado o plantio de duas mudas de açaizeiro com altura média de 10 cm, contendo dois pares de folhas, em vaso de plástico, com capacidade para 5 kg de substrato de TFSA (terra fresca seca ao ar) peneirada com peneira de 4 mm. Tendo ocorrido o desbaste de uma das mudas para efeito de homogeneização aos 45 dias após o

plantio. Para a produção das mudas foram utilizadas sementes de nova cultivar de açaizeiro BRS – Ver-o-Peso desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental (a ser lançada).

A semeadura foi realizada em sementeiras, contendo uma mistura de terra preta, serragem e esterco de gado curtidos na proporção de 3:1:1. Após 45 dias do plantio, foi efetuada a adubação mineral em todos os vasos de acordo com os tratamentos, levando-se em consideração a técnica do elemento faltante, nas seguintes doses de acordo com Viégas (2009), com suas respectivas fontes de sais P.A.: N = 100 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>; P = 50 mg kg<sup>-1</sup> de solo – NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; K = 90 mg kg<sup>-1</sup> de solo – KCl; Ca = 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CaCl<sub>2</sub>; Mg = 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo – MgCl<sub>2</sub>; S = 7,5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – NaSO<sub>4</sub>; B = 1,2 mg kg<sup>-1</sup> de solo – H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; Cu = 1,0 mg kg<sup>-1</sup> de solo – CuSO<sub>4</sub>; Mn = 4 mg kg<sup>-1</sup> de solo – MnSO<sub>4</sub>; Zn = 5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – ZnSO<sub>4</sub>.

As adubações nitrogenadas e potássicas foram parceladas em três aplicações, a primeira ocorreu aos 45 dias do plantio; a segunda, aos 90 dias; e a terceira, aos 150 dias. O solo foi irrigado com água destilada, obedecendo-se ao controle da irrigação pelo método da pesagem dos vasos, para manter a umidade em torno de 80% da umidade de saturação do solo. Mensalmente foram realizadas mensurações da altura da planta, circunferência do coleto a 2,5 cm do substrato e número e tamanho (largura e comprimento dos folíolos) das folhas.

A coleta das plantas ocorreu oito meses após o plantio das mudas, separando-as em folíolos, pecíolo mais coleto e raízes. As partes separadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 70 °C, até a obtenção de massa constante, posteriormente o material seco foi pesado e moído em moinho tipo Willey com vistas à determinação de teores e nutrientes. Para o cálculo do crescimento relativo da parte aérea (CRA), foi utilizada a fórmula:  $CRA (\%) = (M.S.O.N / M.S.T.C.) \times 100$ , onde: M.S.O.N.= massa seca aérea total obtida em cada omissão de nutriente e M.S.T.C = massa seca aérea total obtida no tratamento Completo. O cálculo de área foliar (AF) foi adaptado de Clement (1995) sendo:  $AF (m^2) = (L \times C) \times 0,535$ ; sendo: L = largura da folha; C = comprimento da folha; (0,535) = constante que ajusta a forma retangular para o formato da folha. As determinações de macro e micronutrientes nas folhas foram realizadas conforme Möller et al. (1997). Os extratos da massa seca nos tecidos foram obtidos segundo método de Malavolta et al. (1997).

Foram realizadas a análises de variância dos dados referentes às variáveis: altura das plantas, diâmetro do estipe a 2,5 cm do substrato, produção de massa seca das folhas, e estipe, total de teores e acúmulo de macro e micronutrientes, conforme Pimentel Gomes (1990). Para

a determinação dos acúmulos dos nutrientes, multiplicou-se o teor em  $\text{g kg}^{-1}$ , de cada nutriente, pelos valores da massa seca das folhas.

Obtendo-se a análise de variância, foi realizado o teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade, para comparações das médias obtidas nos tratamentos em relação ao tratamento completo e teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade para comparações entre os tratamentos. As análises foram realizadas no programa Action®

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 Crescimento das plantas

Os resultados referentes à altura das plantas, altura do caule, diâmetro do caule, produção de massa seca nas partes aéreas da planta, área foliar e crescimento relativo da parte aérea de açazeiros em função dos tratamentos são apresentados na (Tabela 1).

Embora alguns tratamentos apresentem médias de altura da planta, altura e diâmetro do caule maiores que o tratamento Completo, nenhum deles possui significância estatística. Os tratamentos Completo e Completo<sup>-cal</sup> não se diferiram estatisticamente nestes três parâmetros, já a omissão total de nutrientes nas testemunhas restringiu o crescimento em altura da planta em 52,7%; altura do caule 60,9%; e diâmetro do caule em 48,3% em relação ao tratamento Completo.

As omissões individuais de N, P e Mg restringiram o crescimento inicial em altura das plantas de açazeiro, foram responsáveis por decréscimos na altura das plantas em relação ao tratamento Completo, na rodem respectiva de 24,5%; 30,2% e 21,5%.

Em relação ao efeito da omissão de nutrientes sobre altura e diâmetro do caule, as omissões de N, P e S foram as únicas que os restringiram, respetivamente com 28,7%, 33,3% e 20,7% de redução em relação ao Completo para o primeiro parâmetro, e o segundo foi reduzido em 23,4% com a omissão de N e 28,4% pela redução de P em relação ao Completo. A ausência de adubação nas testemunhas foi responsável por uma limitação de 52,7% em altura, 60,9% na altura do caule e 48,3% no diâmetro caule.

### 3.4.2 Produção de Massa Seca

As omissões individuais que mais restringiram a produção de MSF em relação ao tratamento Completo foram, P com redução de 59,4%; N com de 58,5%; K com 40,2%; e  $Mg^{-cal}$  com 32,7%. O tratamento testemunha restringiu o ganho de MSF em 79,3%.

Na produção de MSC as omissões individuais de apresentaram restrições foram N, P e K com diminuições relativas ao Completo, na ordem respectiva de 44,4%, 54,1% e 59,1% as demais omissões individuais não apresentaram variação significativa, e a testemunha promoveu a redução de 35,5% na MSC.

Na produção de MSA todos os tratamentos estatisticamente significantes foram menores que tratamento Completo. O tratamento Completo<sup>-cal</sup> não deferiu significativamente em relação ao Completo e os elementos faltantes que limitaram o ganho de MSA em relação ao Completo foram N, P, K, Mg e  $Mg^{-cal}$  com diminuições respectivas de 48,9%; 55,8%; 53,1%; 33,9%, 38%. A omissão total de nutrientes diminuiu o ganho em 49,4%.

A AF foi restringida pela omissão individual de N, P e K em 38,9%, 50,2% e 46,9% respectivamente, e a Testemunha a diminuiu em 66,2%.

O crescimento CRA foi mais restringido pela omissão individual de P que o reduziu em 58,8%; de K em 56,3%; N em 52%;  $Mg^{-cal}$  em 42,1%, e Mg em 38,4%, e a omissão total de nutrientes o reduziu em 52,8%.

### 3.4.3 Teores e acúmulo de nutrientes

Os teores dos nutrientes na MSF do açazeiro correspondentes a cada tratamento são apresentados na Tabela 2.

(Tabela 2)

De maneira geral os tratamentos com omissões individuais dos nutrientes, quando comparada ao tratamento Completo, causaram redução no teor daquele que foi omitido nas plantas.

O tratamento de omissão de N foi o único que limitou sua absorção, com teor 45,5% menor que o tratamento Completo, enquanto a omissão de  $Mg^{-cal}$  estimulou a absorção de N em 25,9%. Os teores de P também foram limitados somente pela omissão do próprio e na testemunha nas proporções de 46,6% e 57,2% respectivamente em relação ao Completo. Os teores de K na MSF foram limitados pelas omissões dele próprio e na testemunha, em relação ao tratamento Completo foram diminuídos em 54,7% e 33,5%, respectivamente. Os teores de

Ca foram estimulados pelos tratamentos de omissão de N e  $Mg^{-cal}$  sendo superiores ao tratamento Completo em 35% e 28,5% respectivamente.

O teor foliar de Mg obtido no tratamento Completo de 2,3 g  $kg^{-1}$  foi limitado em relação pelos seguintes tratamentos em ordem decrescente:  $P > Mg^{-cal} > Testemunha > N > Zn > Ca$ , nas respectivas proporções: 48,1%; 32,6%; 32,6%; 31,7%; 27,5% e 22,7%. O S teve sua absorção altamente estimulada pela omissão de N, em uma proporção de 132,3% acima do tratamento Completo.

O teor obtido de S foi de 2,70 g  $kg^{-1}$  e teve sua absorção altamente estimulada pela omissão de N, em uma proporção de 132,3% acima do tratamento Completo. Não sendo mais estatisticamente afetado por nenhum outro tratamento.

A absorção de Cu apresentou limitação em todos os tratamentos de omissão individual, com uma redução média em relação ao Completo de 26,8%, com o mínimo na omissão de  $Ca^{-cal}$  de 13,7% e o máximo de 43,9% na omissão do próprio nutriente. A ordem decrescente dos tratamentos na absorção de Cu foi:  $Cu > N > Zn > B > Ca > K > Mg^{-cal} > S > Mn > Mg > Testemunha > Ca^{-cal}$ . A absorção deste elemento foi favorecida somente pela omissão de P em 40,6% em relação ao Completo.

O teor de Zn foi limitado em relação ao Completo pelos seguintes tratamentos na ordem decrescente:  $Zn > Testemunha > N > Mn > Mg > K > Ca^{-cal}$ , nas respectivas proporções: 57,9%, 57,6%, 45,4%, 34,9%, 32,3%, 20% e 19,1%.

A absorção de Mn apresentou limitação na maioria dos tratamentos, com uma redução média em relação ao Completo de 52%, com o mínimo na omissão de  $Mg^{-cal}$  de 25,7% e o máximo de 65% na omissão de K. A ordem decrescente dos tratamentos na absorção de Mn foi:  $K > Testemunha > Cu > Mn > S > Zn > N > Completo^{-cal} > B > Ca > Mg > Ca^{-cal} > Mg^{-cal}$ . Os teores dos micronutrientes Cu, Zn e Mn apresentaram valores menores que o tratamento Completo para maioria dos tratamentos de omissões individuais.

A ordem decrescente de acúmulo total de nutrientes nas folhas relacionadas ao tratamento Completo foi  $N > K > Ca > Mg > P > Mn > Zn > B > Cu > S$  (Tabela 3).

### 3.5 Discussão

#### 3.5.1 Crescimento das plantas

A omissão total de nutrientes nas testemunhas restringiu o crescimento em altura da planta em 52,7%; altura do caule 60,9%; e diâmetro do caule em 48,3% em relação ao tratamento Completo. Justificando importância de aplicação de nutrientes para o

desenvolvimento de plantas de açaizeiro desta variedade cultivados em Latossolo amarelo argiloso.

As omissões individuais de N, P e Mg foram os que mais restringiram o crescimento inicial em altura dos açaizeiros, estes resultados são corroborados por Viégas et al. (2004) que demonstraram que as omissões individuais de N, P e Mg em Latossolo Amarelo de textura média limitaram a altura de mudas de açaizeiros da variedade BRS-Pará na ordem de 35,4%; 38,5% e 6%, respectivamente.

Gonçalves (2004), trabalhando com crescimento de mudas de açaizeiro, em função da omissão de nutrientes em solução nutritiva demonstrou reduções de crescimento em altura das plantas de açaizeiro nas omissões de N em 63,1%, Mg em 51% e P em 48,1%, e ainda reduções em tratamentos que não foram detectadas no presente estudo como K com redução de 52,5%, B com 50,1%, S (39,2%) e Ca (14,9%), em relação ao tratamento Completo.

Também Viégas et al. (2008) obtiveram em solução nutritiva a diminuição no crescimento em altura de plantas de açaizeiro com as omissões de N 63%, Mg de 51%, P de 48%, além de K de 52% e Ca de 15% em relação a seu tratamento Completo, ambos sem diferença significativa no presente estudo. E Viégas et al. (2009) demonstraram as omissões individuais de N, P em latossolo amarelo argiloso como fatores limitantes ao crescimento em altura em açaizeiros. A altura de 62,2 cm atingida pelo tratamento Completo neste experimento é menor que as alturas alcançadas por Viégas et al. (2008), com 76,7 cm e Viégas et al. (2004) com 117 cm, entretanto, estas diferenças podem estar ligadas tanto ao tempo de duração dos experimentos, quanto ao padrão genético das variedades estudadas.

### 3.5.2 Produção de Massa Seca

As restrições no ganho de massa seca observados neste estudo são condizentes com outros experimentos com a mesma espécie. Viégas et al. (2004) registraram diminuição da MSF, MSC e MSA de plantas de açaizeiros como efeito de omissões individuais de N, P, K e Mg em relação ao tratamento Completo. Na MSF onde a massa do tratamento Completo foi de 51,42 g as omissões de N, P, K e Mg reduziram o crescimento respectivamente em 49,3%; 48,9%; 26,8% e 21,7%. Na MSC a omissão de N reduziu em 70,7%; P em 74%; K em 40,9%; e Mg em 24,5%, e na MSA as omissões foram responsáveis por uma diminuição nas proporções de N em 58,9%; P em 60,2%; K em 33,1%; e Mg em 37,1%. Também Haag et al. (1992) em mudas de açaizeiros cultivadas em solução nutritiva demonstraram decréscimo de MSF com omissão de N, P, K e Mg e S em 31,2%, 13,0%, 24,7%, 37,7% respectivamente.

Estes trabalhos apontam ainda a importância do Ca e S para o ganho de MSF, Viégas et al. (2004) informam que a omissão de Ca a reduz em 39,57% e Haag et al. (1992) registraram a falta desse elemento determinando a redução de 27,21% e de S em 13%. Além deste, outros estudos comprovam a falta destes elementos como fatores limitantes no ganho de massa seca em mudas de açaizeiro (Viégas et al. 2008; Viégas et al 2009), contudo, as omissões destes nutrientes não afetaram o ganho de MSF no presente estudo indicando o substrato utilizado possui quantidades suficientes para o ganho de massa de açaizeiro da variedade estudada.

A restrição da AF dos açaizeiros e o decréscimo do CRA são corroborados com Viégas et al. (2008) que mostraram que o número de folhas de plantas do açaizeiro em tratamentos com omissões individuais de N, P e K foi reduzido significativamente em relação ao tratamento Completo na ordem de 50%, 33% e 30%, respectivamente, e Viégas et al. (2009) obtiveram crescimento relativo sendo mais afetado pela omissão de P, com redução de 55,23%; de N com 42,42%; de K com 36,88%, e da omissão de Mg com 26,4%. Haag et al. (1992) mostraram que as omissões de nutrientes interferem na produção de massa seca na seguinte ordem decrescente:  $K > Mg > P > N > Ca > S > B$ .

Quanto ao efeito da omissão dos micronutrientes analisados, nenhum dos tratamentos apresentaram diferença significativa comparado ao tratamento Completo tanto nos parâmetros biométricas quanto em ganho de massa, mostrando que o conteúdo de micronutrientes no latossolo amarelo utilizado como substrato é suficiente para o desenvolvimento inicial de açaizeiros desta variedade.

### 3.5.3 Teores e acúmulo de nutrientes

No tratamento Completo a sequência decrescente de macronutrientes ( $g\ kg^{-1}$ ) quanto aos teores na MSF seguiu a ordem  $N > K > Ca > S > Mg > P$ , e de micronutrientes ( $mg\ kg^{-1}$ ) a ordem  $Mn > Zn > B > Cu$ . Fernandes et al. (2013) obtiveram em pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivadas em solução completa, a sequência decrescente de macronutrientes quanto aos teores nas folhas e caule a ordem  $N > K > Ca > P > Mg > S$ . Viégas et al. (2009) encontraram a sequência de macronutrientes na MSF de  $N > Ca > K > Mg > S > P$ .

O teor de N na MSF do tratamento Completo foi superior aos determinados em experimentos semelhantes com açaizeiro por Viégas et al. (2009) com  $15,67\ g\ kg^{-1}$  de N em Latossolo amarelo; Haag et al. (1992) com  $16,6\ g\ kg^{-1}$  de N, e inferior a Gonçalves (2004), com  $19,4\ g\ kg^{-1}$ , e Silva e Falcão (2002), que pesquisando as limitações nutricionais em mudas de pupunheira, obtiveram plantas pouco desenvolvidas no tratamento com omissão de N, com o



teor foliar de 30,7 g kg<sup>-1</sup> no tratamento Completo e 10,1 g kg<sup>-1</sup> com omissão do próprio nutriente. O estímulo de absorção de N pela omissão de Mg<sup>-cal</sup> também foi observado por Silva e Falcão (2002) onde o aumento no teor de N foliar em pupunheiras pela omissão de Mg foi na ordem de 5,9%.

O teor foliar de P no tratamento Completo é condizente com os obtidos por Haag et al. (1992) de 1,3 g kg<sup>-1</sup> e por Gonçalves (2004) de 1,69 g kg<sup>-1</sup> e superior ao obtido por Viégas et al. (2009) de 0,70 g kg<sup>-1</sup> de P. Os teores de P foram limitados somente pela omissão do próprio e na testemunha nas proporções de 46,6% e 57,2% respectivamente em relação ao Completo.

O teor foliar de K obtido no tratamento Completo é 2,9 vezes maior que o obtido por Viégas et al. (2009) com açazeiros em Latossolo amarelo (3,52 g kg<sup>-1</sup> de K), e mais compatível com os obtidos por Gonçalves (2004) (9,42 g kg<sup>-1</sup>) e menor que o obtido por Haag et al. (1992) (19,6 g kg<sup>-1</sup>), ambos com a utilização de solução nutritiva em substrato contendo sílica. Os teores de K na MSF foram limitados pelas omissões dele próprio e pela Testemunha.

O teor de Ca aqui apresentado, é compatível com Viégas et al. (2009) com teor de 6,40 g kg<sup>-1</sup> e menor que Silva e Falcão (2002) com 9,35 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de Ca obtidos foram estimulados pelos tratamentos de omissão de N e Mg<sup>-cal</sup> sendo superiores ao tratamento Completo.

O teor foliar de Mg obtido no tratamento Completo é próximo ao encontrado por Viégas et al. (2009) que obteve teor foliar de Mg de 2,2 g kg<sup>-1</sup> de Mg no tratamento Completo, e estão próximos dos obtidos por Haag et al. (1992).

O teor de S obtido é compatível com Silva e Falcão (2002) com 2,03 g kg<sup>-1</sup> em mudas de pupunheiras, e maior que Viégas et al. (2009) com teor de 1,35 g kg<sup>-1</sup>. Essa relação dos teores de S e N, está relacionada a diminuição do teor de açúcares redutores, acúmulo de carboidratos, e da síntese de proteínas (Hawkesford 2000), por causa da menor conversão de N para a forma orgânica (Prado et al. 2007).

Os teores dos micronutrientes Cu, Zn e Mn apresentaram valores menores que o tratamento Completo para maioria dos tratamentos de omissões individuais. Este fato pode ser atribuído a calagem, que ao aumentar o Ph do solo diminui a disponibilidade destes micronutrientes, afetando assim sua absorção pelas plantas (Malavolta 2006). Viégas et al. (2009) demonstraram o Mn como o micronutriente mais limitante para o crescimento de açazeiros, em Latossolo Amarelo textura média, entretanto, o atual estudo não obteve resultados que atestassem a importância deste.

O teor obtido de B no Tratamento Completo foi de 32,45 mg kg<sup>-1</sup>, equivalente a Viégas et al. (2009) com 31,34 mg kg<sup>-1</sup>, e menor que o obtido por Haag et al. (1992), com 51 mg kg<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>, em seus tratamentos Completos. O teor de B foi diminuído com a omissão de Mg em 20,7%, e foi favorecida em 17% com a omissão de Ca.

Viégas et al. (2004), estudando o efeito de doses de boro sobre o crescimento de plantas de açaizeiro, concluíram que a dose ótima estimada de boro foi de 2,3 mg L<sup>-1</sup> de B e que acima de 2,5 mg L<sup>-1</sup> de B ocorreu efeito depressivo no crescimento, outros estudos apontam o B como limitante no desenvolvimento de palmeiras na Amazônia (Viégas, 1993; Lins, 2000; Viégas et al. 2009), este estudo não obteve resultados que o demonstrasse, corroborando com Haag et al. (1992).

O estudo do acúmulo total de nutrientes nas folhas evidencia que os nutrientes mais exigidos pelos açaizeiros da variedade estudada são N, K e Ca. Viégas et al. (2009) com cultivo de açaizeiros BRS – Pará em Latossolo amarelo atestaram o acúmulo de macronutrientes na ordem decrescente de N>Ca>K>Mg>S>P, e Fernandes et al. (2013) obtiveram em pupunheira, planta amazônica de mesma família botânica, a ordem decrescente do acúmulo total de macronutrientes de N>K>Ca>P>Mg>S>Na. Estes dados revelam que o N, K, Ca e P são os nutrientes mais acumulados na fase inicial de desenvolvimento não só para o açaizeiro mais para outras plantas da família Arecaceae.

### **3.6 Conclusão**

Os nutrientes mais limitantes para o crescimento de mudas de açaizeiro da variedade Ver-o-Peso em latossolo amarelo argiloso são N, P, Mg e S. A produção de massa seca aérea é afetada em ordem decrescente pela omissão N>P>K>Mg. A área foliar é restringida pela omissão individual de nutrientes na ordem Ca>N>P>K>Mg>Zn e os nutrientes mais exigidos pelos açaizeiros evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas são o N, K, S e Ca.

### **Agradecimentos**

The Postgraduate Program in Agrarian Sciences at the Federal Rural University of Amazonia, CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for scholarship granted to the first author during this work. Nelson Cruz de Oliveira e Gleiciane Mascarenhas for help in conducting the experiment.

## Referência bibliográfica

- Bovi, M.L.A. Palmito pupunha: informações básicas para cultivo. 1998. Campinas: Instituto Agrônômico, *Boletim Técnico*, 173. 50p.
- Bovi, M.L.A.; Godoy J.R.G.; Spiering, S.H. 2002. Respostas de crescimento de pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.161-166.
- Clement, C.R. 1995. *Growth and analysis of pejibaye (Bactris gasipaes Kunth, Palmae) in Hawaii, Honolulu*. Tese de doutorado. University of Hawaii at Manoa. 221 p.
- Embrapa. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF. 412p.
- Fernandes, A.R.; Matos, G.S.B.; Carvalho, J.G. 2013. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura (Impresso)*, v. 35, p. 1178-1189.
- Gonçalves, A.S. 2004. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro, em plantas de açazeiro (*Euterpe oleracea Mart.*). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 88p.
- Haag, H.P.; Silva Filho, N.L.; Carmello, Q.A.C.1992. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*). In: *Congresso Nacional Sobre Essências Nativas*, 1992, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Unipress, v. 1, p. 477-479.
- Hawkesford, M.J. 2000. Plant response to Sulphur deficiency and the genetic manipulation of sulphate transporters to improve S-utilization efficiency. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 51, p. 131-138.
- IBGE. 2015. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Paraense (LSPA/IBGE). Belém-PA
- Jardim, M.A.G. 2005. Possibilidade do cultivo do açazeiro (*Euterpe oleracea Mart.*) em áreas de capoeira como alternativa para agricultores do nordeste do Nordeste Paraense. Museu Paraense Emílio Goeldi/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Relatório Técnico-Científico*, 35 p.
- Laviola, B.G.; Dias, L.A.S. 2008. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975.
- Lins, P. 2000. Resposta do coqueiro (*Cocos nucifera L.*) à aplicação de N, P, K e Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-PA. Belém, Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 89p.
- Lopes, M.L.B. 2001. Mercado e distribuição dos retornos sociais do manejo do açaí para produção de frutos. Belém - PA, Dissertação de mestrado. Universidade da Amazônia.
- Malavolta, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 251p.

- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 319p.
- Malavolta, E. 2006. Manual de nutrição de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo. 638 p.
- Menezes, E.M.S.; Torres, A.T.; Srur, A.U.S. 2008. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazônica*. Manaus, v. 38, n. 2, p. 311-316.
- Miranda, R. S.; Suderio, F. B.; Sousa, A.F.; Gomes Filho, E. 2010. Deficiência nutricional em plântulas de feijão-de-corda decorrente da omissão de macro e micronutrientes. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 326-333.
- Möller, M.R.F.; Viégas, I. de J.M.; Matos, A. de O.; Parry, M.M. 1997. Análise de tecido vegetal. *Manual de Laboratório*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 32p.
- Mora-Urpí, J.; Weber, J.C.; Clement, C.R. Peach palm. 1997. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research; Gaterleben and International Plant Genetic Resources Institute, 83p.
- Nogueira, O.L.; Calza V.; Ara, B.B.G; Muller, C.H. 1995. A cultura do açaí. Brasília: Embrapa, *Coleção Plantar*, 26.
- Oliveira, M.S.P.; Carvalho, J.E.U.; Nascimento, W.M.O.; Müller, C.H. 2002. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, *Circular Técnica*, 26. 17p.
- Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- Prado, R.M.; Romualdo, L.M.; Rozane, D.E. 2007. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional de plantas de sorgo (cv. BRS 3010) cultivadas em solução nutritiva. *Científica*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 122- 128.
- Silva, J.R.A.; Falcão, N.P.S. 2002. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivada em solução nutritiva. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 32, n. 4, p. 529-539.
- Tampubolon, F.H.; Daniel, C.; Ochs, R. 1990. Réponses Du palmier à huile aux fumures azotées et phosphorées à Sumatra. *Oléagineux*, v.45, p.475-484.
- Viégas, I.J.M. 1993. Crescimento do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.), concentração, conteúdo e exportação de nutrientes nas diferentes partes de plantas com 2 a 8 anos de idade, cultivadas em Latossolo Amarelo distrófico; Tailândia, Pará. 217p. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Viegas, I.J.M.; Frazão, D.A.C.; Thomaz, M.A.A.; Conceição, H.E.O.; Pinheiro, E., 2004. Limitações nutricionais para o cultivo do açaizeiro em latossolo amarelo textura média, Estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(2):382-384.

- Viégas, I.J.M.; Gonçalves, A.A.S.; Frazão, D.A.C.; Conceição, H.E.O. 2008. Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açazeiro (*Euterpe oleraceae* Mart). *Revista de Ciências Agrárias*. Belém. v. 50, p. 129-141.
- Viégas I.J.M; Meireles, R.O.; Frazão, D.A.C.; Conceição, H.E.O. 2009. Avaliação da fertilidade de um latossolo amarelo textura média para o cultivo do açazeiro no estado do Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n. 52, p. 23-35.
- Viégas, I.J.M; Botelho, S.M. 2010. Açazeiro. In: Cravo, M.S.; Viégas, I.J.M.; Brasil, E.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 262p.

Tabela 1 - Crescimento em altura (ALT), altura do caule (AC), diâmetro do caule (DC), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) massa seca na parte aérea (MSA), área foliar (AF), e crescimento relativo da parte aérea (CRA) de açaizeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos.

Tratamento	ALT (cm)	AC (cm)	DC (mm)	MSF (g)	MSC (g)	MSA (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	CRA (%)
Completo	62.20 a	17.40 b	13.69 b	8.00 a	17.21 a	25.21 a	917.36 a	100.0
Completo <sup>-cal</sup>	52.40 b	16.80 b	12.69 b	6.81 a	13.33 b	20.14 a	651.94 b	74.58
- N	47.00* b	12.40* c	10.49* c	3.31* b	08.97* b	12.28* b	561.35* b	45.46
- P	43.40* c	11.60* c	09.83* c	3.25* b	07.89* b	11.14* b	446.71* b	41.23
- K	49.80* b	15.20 b	12.06 b	4.78 b	07.03* b	11.80* b	487.30* b	43.71
- Ca	55.40 b	18.40 a	13.40 b	6.88 a	18.44 a	25.32 a	997.45 a	93.76
- Ca <sup>-cal</sup>	58.40 a	18.20 a	13.31 b	6.97 a	15.96 a	22.93 a	767.19 a	84.90
- Mg	48.80* b	16.80 b	12.61 b	5.93 a	10.70 b	16.64 b	601.99 b	61.60
- Mg <sup>-cal</sup>	54.20 b	19.20 a	12.77 b	5.37 a	10.25 b	15.63* b	952.98 a	57.86
- S	62.60 a	21.00 a	15.67 a	8.45 a	21.62 a	30.07 a	830.93 a	111.34
- B	57.60 a	18.00 a	13.96 b	6.97 a	20.05 a	27.02 a	939.19 a	100.05
- Cu	51.40 b	18.60 a	12.54 b	7.05 a	15.64 a	22.69 a	934.26 a	84.00
- Mn	61.80 a	19.20 a	13.36 b	7.48 a	19.49 a	26.97 a	895.11 a	99.86
- Zn	55.00 b	18.20 a	15.07 a	8.28 a	21.00 a	29.28 a	890.49 a	108.42
Testemunha	29.40* d	6.80* d	7.09* d	1.65* c	07.62* b	9.27* b	310.66* b	34.32
CV(%)	11.9	12.0	9.9	23.8	30.1	24.5	25.8	35.0

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si a pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2 - Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açaizeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos.

Tratamento	Teores																			
	N		P		K		Ca		Mg		S		Cu		Zn		Mn		B	
Completo	17.10	b	1.03	a	10.22	a	6.76	b	2.34	a	2.71	c	8.29	b	133.11	b	332.42	b	32.45	b
Completo <sup>-cal</sup>	14.06	c	1.06	a	10.28	a	8.13	a	2.36	a	4.42	b	8.35	b	123.38	b	152.11*	d	35.53	a
- N	9.31*	d	0.99	a	11.49	a	9.13*	a	1.59*	c	6.39*	a	4.87*	f	72.64*	c	148.14*	d	34.88	a
- P	18.89	b	0.55*	b	10.71	a	5.21	b	1.21*	d	4.68	b	11.66*	a	152.65	a	409.03*	a	32.22	b
- K	15.76	c	1.01	a	4.62*	b	7.86	a	2.42	a	4.49	b	6.34*	d	106.53*	b	116.16*	d	33.16	b
- Ca	15.43	c	0.93	a	8.90	a	8.11	a	1.81*	c	2.64	c	6.19*	d	117.84	b	166.90*	d	37.98*	a
- Ca <sup>-cal</sup>	14.88	c	1.06	a	10.95	a	5.90	b	2.31	a	2.69	c	7.15*	c	107.63*	b	212.39*	c	33.14	b
- Mg	17.25	b	1.08	a	11.85	a	8.70*	a	2.45	a	3.49	c	6.48*	d	90.18*	c	206.77*	c	25.75*	c
- Mg <sup>-cal</sup>	21.52*	a	1.10	a	9.08	a	6.04	b	1.57*	c	2.57	c	6.35*	d	158.13	a	246.90*	c	36.19	a
- S	14.23	c	0.97	a	9.80	a	7.72	a	2.01	b	2.46	c	6.39*	d	122.51	b	139.54*	d	31.17	b
- B	14.40	c	0.99	a	9.98	a	7.65	a	2.08	b	2.84	c	6.04*	d	123.27	b	153.62*	d	27.49	c
- Cu	14.23	c	1.03	a	9.62	a	6.33	b	2.35	a	3.43	c	4.65*	f	125.49	b	129.57*	d	34.10	b
- Mn	16.86	b	1.05	a	9.14	a	8.19	a	1.97	b	3.95	b	6.42*	d	86.64*	c	132.13*	d	33.00	b
- Zn	15.27	c	1.11	a	11.25	a	8.30	a	1.69*	c	2.71	c	5.45*	e	55.98*	d	141.75*	d	27.94	c
Testemunha	14.96	c	0.44*	b	6.79*	b	6.07	b	1.58*	c	3.08	c	6.55*	d	56.42*	d	123.19*	d	32.14	b
CV(%)	13.48		14.42		21.17		13.54		12.94		33.18		6.72		13.01		20.74		9.34	

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si a pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3 - Acúmulo de macro e micronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) na matéria seca das folhas de açaizeiro cultivado em Latossolo amarelo argiloso, em função dos tratamentos.

Médias apresentando asteriscos (\*) diferem significativamente do tratamento Completo na mesma coluna pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem significativamente entre si a pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Tratamento	Teores										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	B	
Completo	139.62 a	8.38 a	80.80 a	52.79 b	18.61 a	0.021 a	0.066 a	1.068 a	2.648 a	0.257 a	
Completo <sup>-cal</sup>	94.79 a	7.23 a	68.15 a	54.33 b	15.83 a	0.030 a	0.057 a	0.803 b	1.042* b	0.241 a	
- N	30.91* b	3.25* c	38.02* b	30.08* c	5.22* c	0.021 a	0.016* d	0.243* d	0.495* c	0.115* b	
- P	61.83* b	1.80* c	35.22* b	16.98* d	3.93* c	0.015 a	0.038* b	0.489* c	1.315* b	0.105* b	
- K	78.88* a	4.80* b	20.93* c	37.15 c	12.22* a	0.022 a	0.030* c	0.510* c	0.543* c	0.157* b	
- Ca	106.53 a	6.37 b	60.89 a	56.46 b	12.52* a	0.018 a	0.043* b	0.811 b	1.164* b	0.262 a	
- Ca <sup>-cal</sup>	104.59 a	7.36 a	76.83 a	41.15 b	16.11 a	0.019 a	0.050 b	0.750* b	1.487* b	0.230 a	
- Mg	102.64 a	6.37 b	70.22 a	51.57 b	14.48 a	0.021 a	0.039* b	0.536* c	1.213* b	0.153* b	
- Mg <sup>-cal</sup>	115.78 a	5.88 b	50.04 b	32.62* c	8.41* b	0.015 a	0.034* c	0.850 b	1.325* b	0.192 a	
- S	119.05 a	8.15 a	82.27 a	65.61 a	17.17 a	0.022 a	0.054 a	1.038 a	1.173* b	0.267 a	
- B	99.82 a	6.88 b	69.64 a	53.34 b	14.56 a	0.020 a	0.042* b	0.861 b	1.062* b	0.192 a	
- Cu	99.97 a	7.25 a	67.37 a	44.86 b	16.42 a	0.024 a	0.033* c	0.885 b	0.903* b	0.240 a	
- Mn	126.00 a	7.89 a	68.50 a	61.23 a	14.68 a	0.029 a	0.048 b	0.648* b	0.985* b	0.247 a	
- Zn	122.57 a	9.17 a	96.60 a	66.52 a	13.95 a	0.023 a	0.045* b	0.466* c	1.155* b	0.232 a	
Testemunha	24.51* b	0.72* c	11.21* c	9.99* d	2.60* c	0.005* a	0.011* d	0.093* d	0.202* c	0.053* c	
CV(%)	29.14	26.60	32.32	24.91	26.86	43.99	25.46	26.38	29.36	24.93	



#### **4. CONCLUSÕES GERAIS**

Ambos os latossolos amarelos utilizados no experimento não possuem um aporte nutricional ótimo para o desenvolvimento inicial de plantas de açaizeiro da variedade BRS Ver-o-Peso, sendo necessário uso de adubação e calagem. A técnica de omissão de nutrientes evidenciou os contrastes de crescimento e ganho de massa quando o cultivo é realizado em condições de fertilidade natural do solo (omissão total de nutrientes) e quando adubado (tratamento completo).

Os nutrientes mais exigidos pela variedade em ambos os solos, evidenciados pelos teores e acúmulos de nutrientes na massa seca das folhas, foram os macronutrientes N, K e Ca, e ainda S no solo arenoso, que se explica pelo menor conteúdo deste elemento neste solo.