

# **AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO TEXTURA MÉDIA PARA O CULTIVO DO AÇAIZEIRO NO ESTADO DO PARÁ<sup>1</sup>**

**Ismael de Jesus Matos VIÉGAS<sup>2</sup>**

**Rubens de Oliveira MEIRELES<sup>3</sup>**

**Dílson Augusto Capucho FRAZÃO<sup>4</sup>**

**Heráclito Eugênio Oliveira da CONCEIÇÃO<sup>4</sup>**

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar as limitações nutricionais para o cultivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em Latossolo Amarelo, textura média, no estado do Pará, conduziu-se experimento em casa de vegetação, fundamentado na técnica de diagnose por subtração. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, e os tratamentos foram: completo, adição de NPK e omissão individual de N, P, K, Ca, Mg, S e B. Os resultados obtidos permitiram concluir que os macronutrientes mais limitantes para o crescimento do açaizeiro, em Latossolo Amarelo textura média, foram o fósforo, o nitrogênio, o potássio e o magnésio. A aplicação somente de NPK limitou a produção de massa seca das plantas, mostrando que há necessidade da aplicação de outros nutrientes (Ca, Mg, S e micronutrientes) e calagem para promover crescimento satisfatório do açaizeiro. As omissões de macronutrientes resultaram em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada nutriente. Os teores de macronutrientes e boro nas folhas, caule e raízes sofreram alterações com as omissões individuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Nutrição Mineral, Solo Tropical, Disponibilidade de Nutrientes, *Euterpe oleracea*.

---

<sup>1</sup> Aprovado em 28.08.09 para publicação.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental e Professor Colaborador da UFRA. Cx. Postal: 48. CEP:66017-970. Belém (PA). E-mail: imv@oi.com.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Técnico do Ministério da Agricultura.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

## FERTILITY EVALUATION OF AN OXISOL FOR “AÇAÍ” (*Euterpe oleracea*) CULTIVATION IN THE STATE OF PARÁ

**ABSTRACT:** The main purpose of this research is to evaluate nutritional limitations for “açai” (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivated in medium texture Yellow Latosol, in the state of Pará. This experiment was conducted in a green house, based on the subtraction diagnostic technique. The experimental design was totally randomized, with four repetitions and the treatments used were the following: complete, NPK addition, individual omission of N, P, K, Ca, Mg, S and B. The obtained results led us to the conclusion that the most limiting macronutrients to the “açai” tree plant growth in medium texture Yellow Latosol were P, N, K and Mg. The sole NPK application restricted the plants dry matter production showing that there’s a need for other nutrients application in order to promote satisfactory growth of the “açai” tree plant. Macronutrients omission resulted in morphological alterations known as typical symptoms of each nutrient’s nutritional failure. Therefore, the macronutrients and boron contents found in leaves, stem and roots suffered alterations by individual omission of N, P, K, Ca, Mg, S and B.

**INDEX TERMS:** Mineral Nutrition, Availability of Nutrients, Tropical Soils.

### 1 INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia brasileira que se destaca pela grande ocorrência e por produzir importante alimento para as populações locais, além de ser a principal fonte de matéria prima para a agroindústria de palmito no Brasil (NOGUEIRA et al., 2006). O significado econômico do açazeiro torna-se mais evidente à medida que a utilização do suco, como fonte alimentar e energética, vem ganhando crédito em outros Estados brasileiros e no exterior, deixando de ser um produto tipicamente regional.

Esse expressivo interesse pela cultura do açazeiro proporcionou a mudança de mentalidade dos produtores, cuja principal fonte de suas produções ainda é o extrativismo.

Entretanto, para isto, é preciso somar um conjunto de informações e tecnologias para tornar a atividade racional e produtiva, sendo necessário realizar trabalhos de pesquisa em várias áreas, dentre as quais: fertilidade do

solo e nutrição de plantas. Pesquisas nessas áreas foram iniciadas por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992), Teixeira et al. (1995) e mais recentemente por Naiff, Viégas e Lima (2003); Gonçalves (2004); Viégas et al. (2004); Viégas et al. (2008); Viégas e Frazão (2008); Frazão et al. (2008a, 2008b).

A espécie desenvolve-se bem em vários tipos de solos. No Estado do Pará, os plantios racionais de açazeiro estão sendo implantados em solos de terra firme, principalmente em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade natural, 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.

Desse modo, o trabalho de pesquisa tem como objetivo avaliar a fertilidade do Latossolo Amarelo textura média, através do crescimento e dos teores de macronutrientes e boro nas folhas, caule e raízes de plantas de açazeiro, utilizando-se a técnica do elemento faltante.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, Belém-Pa. O substrato utilizado foi de um Latossolo Amarelo textura média (EMBRAPA, 1999), coletado no campo experimental da Embrapa em Belém, na profundidade de 0 a 30 cm, possuindo baixo nível de fertilidade natural, coloração brunado, profundo e bem drenado. Os resultados das análises químicas do substrato, antes da instalação do experimento, foram: pH em água = 4,1; P = 3 mg dm<sup>-3</sup>; K = 12 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 6,8 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,62mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 3,90 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 194,20 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 3,5mg dm<sup>-3</sup> e Zn = 2,20 mg dm<sup>-3</sup>, V% = 11, M.O = 13 g dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos em quatro repetições. Os tratamentos foram: completo (calagem, macro e micronutrientes), NPK; omissão de N, de P, de K, de Ca, de Mg, de S e de B. Com exceção dos tratamentos NPK, omissões de Ca e de Mg, os demais receberam a aplicação da calagem de modo a elevar a saturação por bases (V%) do solo para 60%. O calcário dolomítico utilizado com 32% de CaO, 14% de MgO, PN de 67% e PRNT de 95% foi misturado homoganeamente ao substrato e incubado por um período de 30 dias. Após a incubação, realizou-se o plantio de uma muda de açaizeiro com altura média de 10 cm, contendo 2 a 3 pares de folhas, em vaso de cerâmica, com capacidade para 3,5 kg de substrato de TFSA. Após 30 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, com suas respectivas fontes: N = 100 mg kg<sup>-1</sup> de solo – ureia; 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 – cloreto de potássio; S = 7,5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – sulfato de sódio; B = 1,2 mg kg<sup>-1</sup> de solo – ácido bórico;

Cu = 1,0 mg kg<sup>-1</sup> de solo – sulfato de cobre; Mo = 0,4 mg kg<sup>-1</sup> de solo – óxido de molibdênio; Mn = 4 mg kg<sup>-1</sup> de solo – sulfato de manganês; Zn = 5 mg kg<sup>-1</sup> de solo – sulfato de zinco. No tratamento com omissão de enxofre, as fontes dos micronutrientes contendo sulfatos foram substituídas por cloretos. As adubações nitrogenadas e potássicas foram parceladas em três aplicações, sendo a primeira realizada aos 30 dias do plantio; a segunda, aos 90 dias; e a terceira, aos 150 dias. O solo foi irrigado com água desmineralizada, 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. A coleta das plantas ocorreu dez meses após o plantio das mudas, separando-as em folhas, caule e raízes. As partes separadas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 70 °C, até a obtenção de massa constante. Para o cálculo do crescimento relativo (CR), utilizou-se a fórmula: CR (%) = (M.S.O.N / M.S.T.C.) x 100, onde: M.S.O.N. = massa seca total obtida em cada omissão de nutriente e M.S.T.C = massa seca total obtida no tratamento completo.

As determinações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro nas folhas, caule e raízes das plantas foram realizadas conforme Möller et al. (1997). Os extratos da matéria seca nos tecidos foram obtidos por digestão nitroperclórica, exceto o boro, cuja digestão foi por via seca. O fósforo e boro foram determinados por colorimetria; o potássio, por fotometria de chama; o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica; o enxofre, por turbidimetria do sulfato de bário e o nitrogênio, pela destilação em microdestilador Kjeldahl.

Foi realizada a análise de variância dos dados referentes às variáveis altura das plantas, diâmetro do caule, produção de massa seca das folhas, caule, raízes, total e teores de

macronutrientes e de boro, conforme Pimentel Gomes (1990). Obtida a significância pelo teste F, realizou-se o de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, para comparações das médias obtidas nos tratamentos. As análises foram realizadas no programa de estatística SAS (Statistical Analysis System).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação somente de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) promoveu redução de 34,95% de massa seca nas folhas; no caule, de 40,95%; na parte aérea, de 35%; e na massa total, de 19,74%, em relação ao tratamento completo (Tabela 1), inferindo-se que apenas a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio não é suficiente para o adequado desenvolvimento do açaizeiro em Latossolo Amarelo textura média, mostrando a necessidade de aplicação de outros nutrientes, como cálcio, magnésio, enxofre, micronutrientes, além da calagem. A necessidade da calagem para plantas de açaizeiro cultivar BRS – Pará, em Latossolo

Amarelo textura média, também foi observada por Viégas et al.(2008), que concluíram que a aplicação de 1,9 t/ha de calcário dolomítico promoveu efeito positivo na massa seca total.

Na Figura 1, é mostrado o efeito da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) em açaizeiro, em comparação com o tratamento completo (com todos os nutrientes mais calagem).

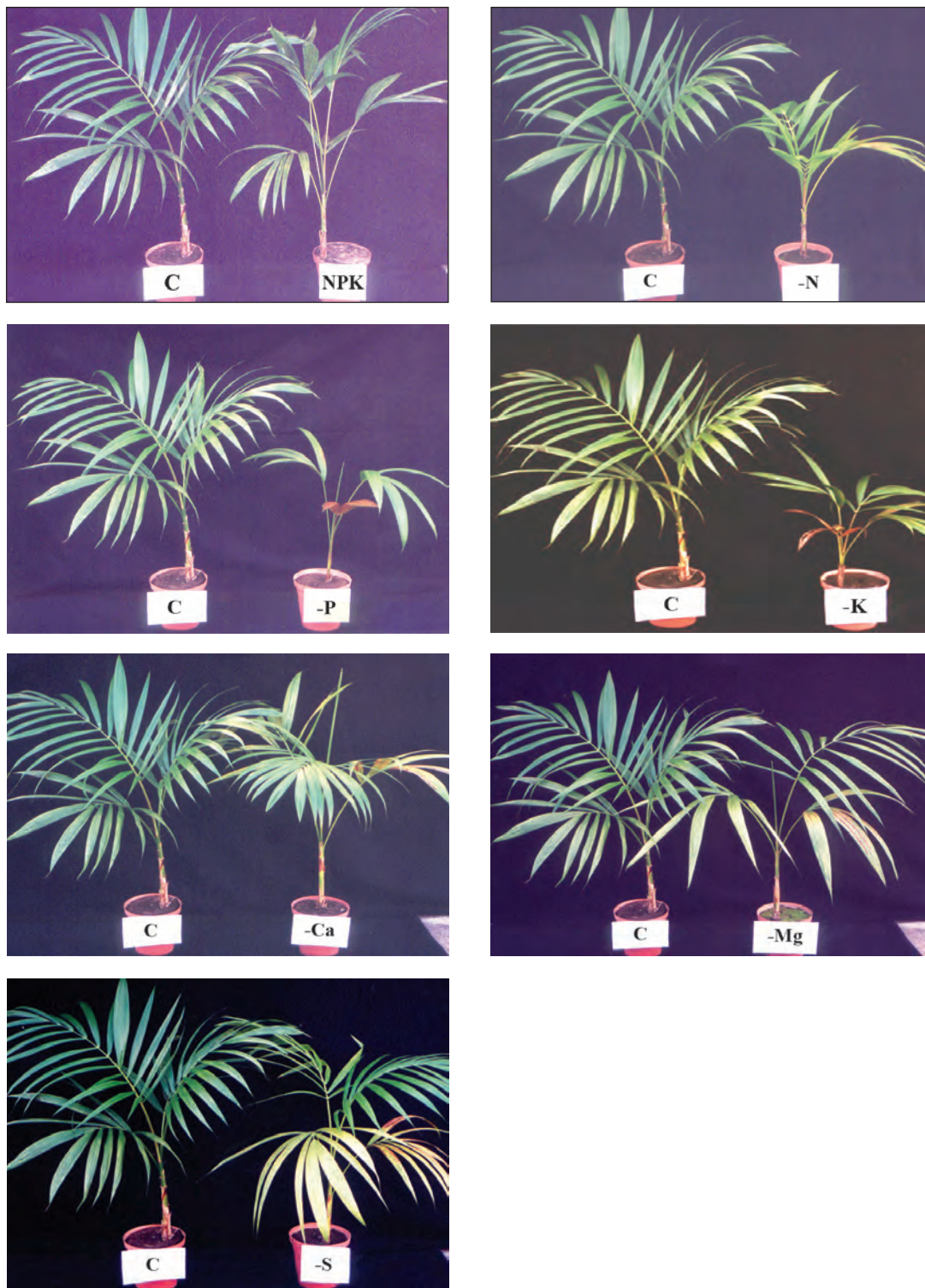
A omissão de nitrogênio causou redução de 49,33% da matéria seca nas folhas; no caule, de 70,75%; na parte aérea, de 58,98% e da matéria seca total de 42,21%, quando comparadas ao tratamento completo. Haag, Silva Filho e Carmelo (1992) e Gonçalves (2004) verificaram que o nitrogênio foi o primeiro nutriente a manifestar os sintomas de deficiências em mudas de açaí, provocando acentuada redução no crescimento das plantas. A importância do nitrogênio, através da adubação nitrogenada para plantas de açaizeiro nos dois primeiros anos de idade, em Latossolo Amarelo textura média, com aumentos no crescimento, foi constatada por Frazão et al. (2008b).

**Tabela 1** – Produção de massa seca das folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), parte aérea (MSPA), total (MST) e crescimento relativo (CR) de açaizeiro, em função dos tratamentos.

Tratamento	Massa seca (g/planta)					
	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	CR (%)
Completo	51,42a	42,05a	37,50ab	93,47a	130,97a	100,00
NPK	35,93cd	24,83b	44,37ab	60,76c	105,13cd	80,27
Omissão de N	26,04e	12,30c	37,34ab	38,34d	75,68fg	57,78
Omissão de P	26,24e	10,95c	21,44d	37,19d	58,64g	44,77
Omissão de K	37,61bcd	24,86b	20,19d	62,47c	82,67ef	63,12
Omissão de Ca	42,62bc	25,40b	39,29ab	68,03c	107,32bcd	81,94
Omissão de Mg	40,23bcd	31,72b	24,40cd	71,95bc	96,36de	73,57
Omissão de S	35,43cd	23,32b	39,58ab	58,75c	98,33cde	75,08
Omissão de B	45,44ab	27,09b	36,72bc	72,53bc	109,26bcd	83,42
CV (%)	8,86	14,05	13,80	9,38	7,74	
DMS	8,65	9,47	12,43	15,49	19,76	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.





**Figura 1** – Efeito da aplicação de NPK e da omissão de nitrogênio (-N), fósforo (-P), potássio (-K), cálcio (-Ca), magnésio (-Mg) e enxofre (-S), em comparação ao tratamento completo (C), em açaizeiros cultivados em Latossolo Amarelo, textura média.

A omissão de fósforo reduziu em 48,94% a produção de matéria seca nas folhas, 74% no caule, 42,8% nas raízes, 60,21% na parte aérea e 55,22% na massa seca total, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 1). O fósforo desempenha papel como fonte de energia para a síntese de proteínas, sendo que sua falta se reflete no menor crescimento da planta (MALAVOLTA, 1980). A causa principal dessa redução foi o baixo teor de fósforo assimilável ( $3 \text{ mg dm}^{-3}$  de P), obtido no Latossolo Amarelo desta pesquisa. Na classe do Latossolo, o fósforo tem se mostrado como um dos nutrientes mais limitantes para as culturas (MATOS, 1977; VELOSO, 1978; LIMA, 1995; SANTOS FILHO, 1996; MORAIS, 1998; BRASIL; SILVA; VIÉGAS, 1998). Pesquisas conduzidas por Cruz, Souza e Bastos (1971), em Terra Roxa Estruturada com  $6 \text{ mg/dm}^3$  de P, em plantas de milho, e por Paula et al. (2003), também nesse tipo de solo em cafeeiro, com teor de  $3 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, mostraram ser o fósforo o nutriente mais limitante. Em Latossolo Amarelo textura média, com teor de  $2 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, Frazão et al. (2008b) constataram que a adubação fosfatada promoveu aumentos no crescimento de plantas de açaizeiro nos dois primeiros anos de idade.

A omissão de potássio reduziu a massa seca nas folhas em 26,81%; no caule, em 40,88%; nas raízes, em 46,16%; na parte aérea, em 33,15%; e na massa total em 36,88%, em relação ao tratamento completo (Tabela 1). O potássio participa de vários processos fisiológicos no vegetal, ativa mais de 60 sistemas enzimáticos, atua na fotossíntese, reações de fosforilação, favorece o transporte e armazenamento de carboidratos, respiração, síntese de proteínas, mantém o turgor das células, regula a abertura e fechamento dos

estômatos. Essa redução na produção de matéria seca, na presente pesquisa, pode ser explicada pelo baixo teor de potássio no solo estudado, de  $12 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, comparado à classe de interpretação da disponibilidade de potássio de 41 a  $60 \text{ mg dm}^3$  de K (extrator Mehlich – 1), indicada por Brasil e Cravo (2007). O efeito benéfico da adubação potássica sobre o crescimento de plantas de açaizeiro no primeiro e segundo anos de idade, em Latossolo Amarelo textura média, com  $14 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, foi observado por Frazão et al. (2008a).

Com a omissão de cálcio, ocorreu limitação na produção de massa seca do caule em 39,57%; da parte aérea, em 27,21%; e em 18,06%, na massa total, em relação ao completo (Tabela 1). Essa limitação pode ser explicada pelo teor de  $0,6 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$  de Ca, que se encontra um pouco acima do limite inferior da faixa considerada média para cálcio de 0,5 a  $1,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^3$ , indicada por Brasil e Cravo (2007).

A omissão de magnésio limitou, também, a produção de massa seca em todas as partes do açaizeiro, quando comparada ao tratamento completo. A redução foi de 21,72% nas folhas, 24,56% no caule, 34,91% nas raízes, 37,14% na parte aérea e de 24,93% na massa total (Tabela 1). Essa redução na massa seca pode ser explicada devido ao baixo teor de  $0,2 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$  de Mg do solo utilizado, comparado ao valor médio de 0,5 a  $1,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$  de Mg, conforme Brasil e Cravo (2007). Em Latossolo Amarelo, textura média, a deficiência de magnésio tem sido comum em seringueira, dendezeiro, coqueiro e pimenta-do-reino (VIÉGAS; BOTELHO, 2000; VIÉGAS; REIS; PINHEIRO, 2003).

A omissão de enxofre também reduziu a produção de massa seca nas partes

estudadas, com exceção das raízes, que não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 1). Nas folhas, a redução foi de 31,06%; no caule, de 44,54%; na parte aérea, de 37,14%; e na massa total, de 24,93%. Redução no crescimento de açaizeiros, com base na produção de massa seca dos órgãos, também foi observada por Gonçalves (2004), com a omissão de enxofre.

A omissão de boro reduziu a massa seca no caule em 35,55%; na parte aérea, em 22,40%; e em 16,58% na planta inteira, em relação ao tratamento completo (Tabela 1). A limitação na produção de massa seca com a omissão de boro pode ser explicada pelo teor de  $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$  de B no solo estudado, estando bem próximo do nível crítico de  $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$  de B, obtido em Latossolo Amarelo por Oliveira, Singh e Cruz (1999). No Estado do Pará, o boro em Latossolo Amarelo tem se mostrado limitante para o coqueiro e dendezeiro pertencentes à família Arecacea, mesma do açaizeiro (VIÉGAS, 1993; LINS, 2000). 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  $2,3 \text{ mg L}^{-1}$  de B e que acima de  $2,5 \text{ mg L}^{-1}$  de B ocorreu efeito depressivo no crescimento.

O crescimento relativo (CR) obedeceu à ordem decrescente: completo > B > Ca > NPK > S > Mg > K > N > P (Tabela 1), deduzindo-se, dessa forma, que o crescimento da planta, durante o período

experimental, foi menos afetado pela omissão de boro, com redução de 16,58% da massa seca total, e 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% .

O efeito dos tratamentos no teor de macronutrientes e de boro nas folhas, caule e raízes encontram-se na Tabela 2. Com exceção da omissão individual de magnésio, as demais omissões reduziram os teores foliares dos seus respectivos nutrientes, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 2).

O teor foliar de nitrogênio no tratamento completo sem sintomas de deficiências foi de  $15,67 \text{ g/kg}$  de N, enquanto com a omissão de nitrogênio, apresentando deficiências deste nutriente, foi de  $12,15 \text{ g/kg}$  de N. O teor foliar de  $15,67 \text{ g/kg}$  de N é compatível com os obtidos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992), de  $16 \text{ g/kg}$  de N, e inferior ao determinado por Gonçalves (2004), cujo teor foi de  $19,39 \text{ g/kg}$  de N, em plantas de açaizeiro. Com a omissão de nitrogênio, a maior redução no teor deste nutriente ocorreu nas raízes, com 63,38%, em seguida no caule, com 57,17%, e nas folhas com 22,46%, em comparação com o tratamento completo. A Figura 1 mostra o comportamento do açaizeiro quando é omitido o nitrogênio (-N) em Latossolo Amarelo textura média, observando-se folíolos verdes amarelados, altura reduzida, menor número e tamanho de folhas, quando se compara ao tratamento completo (C), sem deficiência em nitrogênio.

**Tabela 2** – Teores de macronutrientes (g/kg) e boro (mg/kg) na matéria seca das folhas, caule e raízes de açaizeiro cultivado em Latossolo Amarelo textura média, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Teores						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B
<b>Folhas</b>							
Completo	15,67a	0,70c	3,52c	6,40a	2,22ab	1,35b	31,34ab
NPK	13,95ab	0,77bc	4,40abc	4,87cd	1,15c	1,07bc	25,78c
-N	12,15b	0,87abc	4,70abc	5,92ab	2,05ab	2,27a	31,69ab
-P	15,75a	0,40d	5,72a	4,72d	1,75b	1,87a	32,75a
-K	14,80ab	0,70c	0,90d	4,77dc	2,47a	1,42b	33,75a
-Ca	14,50ab	0,92abc	4,12bc	5,32bcd	2,27ab	1,22bc	25,58c
-Mg	16,20a	1,00ab	5,12ab	5,25bcd	2,05ab	1,42b	25,12c
-S	16,70ab	0,80bc	3,95bc	5,72abc	2,32a	0,90c	26,74bc
-B	16,50a	1,07a	4,60abc	5,65abcd	2,10ab	1,45b	23,20c
CV	9,38	12,86	13,72	7,69	11,26	11,95	7,92
DMS	3,33	0,24	1,34	0,98	0,54	0,41	5,36
<b>Caule</b>							
Completo	10,32b	1,25ab	6,00ab	9,22a	3,55a	0,57c	33,44a
NPK	9,12bc	1,22ab	4,72bc	6,50cd	0,67d	0,32d	24,90c
-N	4,42e	1,00a	2,85cd	3,20e	1,65c	1,00b	1,81d
-P	15,67a	0,40c	2,30de	4,90de	2,40b	1,40a	16,60d
-K	8,07cd	1,25ab	0,52e	6,72bcd	3,42a	0,50cd	26,87bc
-Ca	9,35bc	1,05ab	4,77bc	7,40abc	3,75a	0,45cd	34,15a
-Mg	7,05d	1,22ab	7,25a	7,87abc	3,42a	0,52cd	34,37a
-S	10,80b	1,40ab	6,40ab	6,90bc	3,47a	0,45cd	35,21a
-B	9,67bc	1,50ab	5,55ab	8,52ab	2,40b	0,57c	32,20ab
CV	8,32	16,69	19,42	11,73	9,46	13,68	10,39
DMS	1,85	0,45	2,07	1,89	0,65	0,20	6,91
<b>Raízes</b>							
Completo	12,07b	0,95a	3,17ab	3,32b	1,80c	1,00bc	14,85ab
NPK	9,97b	0,85a	1,42cd	1,50c	0,52d	0,95bc	7,42c
-N	4,42c	1,00a	2,85b	3,20b	1,65c	1,00bc	11,81b
-P	15,67a	0,40b	2,30bc	4,90a	2,40a	1,40a	16,58a
-K	16,62a	0,87a	0,90d	4,75a	1,95bc	1,12ab	14,9ab
-Ca	18,87a	0,92a	4,22a	3,1b	2,3ab	1,22ab	14,49ab
-Mg	10,20b	1,02a	2,20bc	2,97b	1,70c	1,22ab	12,96b
-S	10,92b	1,05a	2,15bc	3,32b	1,70c	0,80c	13,46ab
-B	11,30b	1,00a	2,85b	3,70b	1,62c	1,00bc	8,17c
CV	8,95	11,60	18,08	11,22	8,96	11,44	10,54
DMS	2,41	4,75	1,05	0,91	0,37	0,29	3,24

As médias seguidas de mesma letra na vertical não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



O teor foliar de fósforo no tratamento completo, sem deficiência neste nutriente, foi de 0,70 g/kg de P, enquanto com a omissão de fósforo, com deficiência, foi de 0,40 g/kg de P. O teor obtido, sem deficiência de fósforo, de 0,70 g/kg de P é bem inferior aos obtidos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992) de 1,3 g/kg de P e por Gonçalves (2004) de 1,69 g/kg de P.

A omissão de fósforo reduziu o teor foliar desse macronutriente em 42,86 %, no caule de 68% e nas raízes de 58%, em relação ao tratamento completo. A principal causa desta redução foi decorrente do baixo teor de P (3 mg/dm<sup>3</sup>) existente no Latossolo Amarelo, sendo o fósforo um dos nutrientes mais limitantes da produção neste solo (RENÓ, 1994; LIMA, 1995; SANTOS FILHO, 1996; BRASIL; SILVA; VIÉGAS, 1998).

O tratamento com omissão de fósforo resultou em plantas com crescimento em altura bastante reduzido, menor número e tamanho de folhas (Figura 1), sintomas semelhantes aos descritos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992), Teixeira et al. (1995) e Gonçalves (2004).

O teor foliar de potássio sofreu redução com a omissão deste nutriente e aumentou com a omissão de fósforo e magnésio em relação ao completo (Tabela 2). O teor foliar de potássio obtido no tratamento completo foi de 3,52g/kg de K, muito inferior aos obtidos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992), que foi de 19,6g/kg de K; e por Gonçalves (2004), de 9,42 g/kg de K, que utilizaram solução nutritiva em substrato contendo sílica, o que pode explicar os teores mais altos alcançados pelos citados autores. O teor de potássio nas folhas com a omissão deste nutriente foi reduzido em 74,43% em relação ao completo. Os acréscimos proporcionados com a omissão de fósforo e magnésio nos teores de potássio nas folhas foram de 62,55%

e 45,45%, respectivamente. Estes aumentos, principalmente com omissão de magnésio, devem-se ao fato de o potássio ser um nutriente antagonico ao magnésio.

O teor de potássio no caule reduziu significativamente com as omissões individuais de nitrogênio, fósforo e potássio em relação ao tratamento completo (Tabela 2). Com base nos resultados apresentados, constata-se que a omissão de potássio também reduziu o teor desse nutriente nas raízes, o que foi observado também no tratamento com adição de NPK, quando comparado ao completo. Também, nas raízes a omissão de potássio aumentou o teor de cálcio, mostrando o antagonismo entre esses nutrientes. A omissão de potássio em Latossolo Amarelo, textura média, promoveu sintomas de deficiência do nutriente evidenciados por clorose e posterior necrose no ápice e bordos das folhas mais velhas e drástica redução no crescimento das plantas (Figura 1).

O teor foliar de cálcio foi reduzido com as omissões de cálcio, fósforo, potássio e magnésio e adição de NPK, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 2). As reduções foram de 23,90%, 26,25%, 25,47%, 16,87% e 17,97%, respectivamente. O teor de cálcio na folha do tratamento completo foi de 6,40g/kg de Ca; e com a omissão de cálcio, 5,32g/kg de Ca, os quais são concordantes com obtidos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992) de 6,8g/kg e 5,4g/kg de Ca, respectivamente. A omissão de cálcio não limitou a absorção deste nutriente nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 2). Com a omissão de cálcio no Latossolo Amarelo, textura média, ocorreu amarelecimento das folhas mais novas e da nervura central, assim como redução no crescimento da planta (Figura 1).

O teor de magnésio nas folhas, caule e raízes não sofreu nenhuma influência com

a omissão deste macronutriente, quando comparado ao tratamento completo. O teor foliar de 2,2 g/kg de Mg no tratamento completo e de 2,05 g/kg de Mg com a omissão deste nutriente estão próximos dos obtidos por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992). Apesar de o teor foliar de magnésio com a omissão deste nutriente não ter apresentado diferença significativa em relação ao completo, observou-se visualmente sintomas de deficiência nesse macronutriente, caracterizado pela clorose entre as nervuras, além de menor desenvolvimento (Figura 1).

O fornecimento apenas de NPK e as omissões individuais de nitrogênio, fósforo e boro ocasionaram reduções nos teores de magnésio no caule, em relação ao tratamento completo, sendo que estas reduções foram de 81,13%, 53,52%, 32,39% e 32,39%, respectivamente. A adição de NPK reduziu o teor de magnésio nas raízes, possivelmente devido à presença de potássio, enquanto que as omissões de fósforo e cálcio resultaram em aumentos nos teores desses nutrientes, quando comparados ao tratamento completo, na ordem de 33,33 e 27,78%, respectivamente.

O teor foliar de enxofre diminuiu com a omissão deste nutriente em 33,33%, em relação ao tratamento completo, enquanto que as omissões de nitrogênio e fósforo aumentaram os teores de enxofre nas folhas em relação ao tratamento completo, (Tabela 2). Sem deficiência de enxofre, o teor foliar foi de 1,35 g/kg de S, enquanto que com omissão do nutriente foi de 0,90 g/kg de S, valores que são superiores aos obtidos por Gonçalves (2004), porém, inferiores aos citados por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992). O sintoma de deficiência de enxofre, apresentado pelas plantas com omissão desse nutriente, foi caracterizado pela clorose nas folhas mais novas e, com a intensidade dos sintomas, o amarelamento de toda a planta (Figura 1). No caule, a redução

significativa do teor de enxofre ocorreu somente com adição de NPK, em relação ao tratamento completo (Tabela 2). A absorção de enxofre nas raízes foi limitada com a omissão desse nutriente, quando comparada ao completo, e a melhoria na absorção de enxofre foi verificada com a omissão de fósforo, sendo 40% superior em relação ao completo.

O teor foliar de boro sem deficiência do nutriente foi de 31,34 mg/kg de B, e com omissão de boro, de 23,20 mg/kg de B, os quais são superiores aos obtidos por Gonçalves (2004) e inferior ao determinado por Haag, Silva Filho e Carmelo (1992), de 51mg/kg de B, referente ao tratamento completo sem deficiência de boro, e semelhante ao deficiente neste micronutriente que foi de 22 mg/kg de B.

O teor foliar de boro sofreu redução de 25,97% com a omissão desse micronutriente, quando comparado ao completo (Tabela 2), assim como os tratamentos com aplicação de NPK e com omissões de cálcio e magnésio reduziram os teores de boro, em relação ao tratamento completo, em 17,74%, 18,38% e 19,85%, respectivamente.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que a omissão de boro não promoveu redução significativa dos teores desse micronutriente no caule, quando comparado ao completo. Por outro lado, o tratamento com adição de NPK e as omissões individuais de nitrogênio, fósforo e potássio reduziram os teores de boro no caule, em relação ao completo. As interações boro e nitrogênio, boro e fósforo em folhas, raízes e caule de açaizeiro também foram observados por Gonçalves (2004). A ocorrência de antagonismo entre o boro e nitrogênio é citada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Avaliando o crescimento de açaizeiros em função das doses de potássio e boro em Latossolo Amarelo textura média, Frazão et al.(2008a) confirmaram com base nos resultados das variáveis altura das plantas e circunferência do coleto, obtidas

no primeiro e segundo anos, a importância do boro para a cultura do açaizeiro, assim como do equilíbrio com o potássio.

A omissão de boro e a adição de NPK influenciaram negativamente na absorção desse micronutriente no sistema radicular, quando comparado ao completo (Tabela 2). As reduções foram de 44,98% com a omissão, e de 50,03% com a aplicação de NPK. Apesar da inegável importância do boro no desenvolvimento e produção das palmeiras, como dendezeiro e coqueiro (VIÉGAS, 1993; LINS, 2000; PIMENTEL, 2001), não se observaram sintomas visuais de deficiência de boro nas plantas de açaizeiro, no tratamento com omissão de boro. Isso pode ser explicado, possivelmente, pelo fato de que, embora tenha sido omitido o boro, a concentração desse micronutriente no solo estudado foi de 0,6 mg/dm<sup>3</sup> de B, ligeiramente acima do nível crítico de 0,5 mg/dm<sup>3</sup> de B, sugerido por Oliveira, Singh e Cruz. (1999).

#### 4 CONCLUSÃO

Os macronutrientes mais limitantes para o crescimento de açaizeiros em Latossolo Amarelo, textura média, foram o fósforo, nitrogênio, potássio e o magnésio.

As omissões individuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre no Latossolo Amarelo, textura média, resultaram em alterações bioquímicas, fisiológicas, anatômicas e morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada nutriente.

A omissão individual de macronutrientes altera a composição mineral de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro em plantas de açaizeiro.

A aplicação somente de NPK não é suficiente para promover o desenvolvimento satisfatório das plantas de açaizeiro em

Latossolo Amarelo textura média, mostrando a necessidade da aplicação de outros nutrientes como cálcio, magnésio, enxofre, micronutrientes, além do calcário dolomítico.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL, E.C.; CRAVO, M.da S. Interpretação dos resultados de análise de solo. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I.de J.M.; BRASIL, E.C.(Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. cap. 4, p. 43 – 48.

\_\_\_\_\_; SILVA, M. P. da; VIÉGAS, I. de J. M.; *Limitações nutricionais para o cultivo de pimenta longa (Piper hispidinervium) em Latossolo Amarelo do Estado do Pará*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, FERTBIO, 23., 1998, Caxambu. *Anais...* Caxambu: UFLA/SBCS/SBM, 1998.p. 701.

CRUZ, E. de S.; SOUZA, G.F.; BASTOS, J.B. *Influência de adubação NPK no milho em Terra Roxa estruturada (Altamira zona do rio Xingu)*. Belém: IPEAN, 1971. 17p. (IPEAN. Boletim de Pesquisa, v.1, n.3).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FRAZÃO, D.A.C.; VIÉGAS, I.de J.M.; OLIVEIRA, R.F.de.; VELOSO, C.A.C. Avaliação do crescimento de açaizeiros em função das doses de potássio e boro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54.; 2008, Vitória. *Resumos...* Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008a. 1DVD.

FRAZÃO, D.A.C.; VIÉGAS, I.de J.M.; OLIVEIRA, R.F.de.; VELOSO, C.A.C. Crescimento de plantas de açaizeiro em função da aplicação de fertilizantes nas condições edafoclimáticas de Inhangapi-Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. *Resumos*. Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008b. 1DVD.

GONÇALVES, A.A. da Silva. *Crescimento, composição mineral e sintoma visuais de deficiências de macronutrientes e boro em plantas de açaizeiro (Euterpe oleracea Mart.)* 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2004.

HAAG, H. P.; SILVA FILHO, N.L; CARMELO, Q.A.C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais*. São Paulo, 1992. v. 1. p. 477-479.

LIMA, D. V. *Limitações nutricionais para a cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) e para o braquiário (Brachiaria brizantha Stapf) em Latossolo sob cerrado da região de Cuiabá-MT*. 1995. 95p. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Lavras, 1995.

LINS, P. M. P. *Resposta do coqueiro (Cocos nucifera L.) à aplicação de N, P, K e Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-Pa*. 2000. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. 2.ed., rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MATOS, A. de O. *Avaliação da fertilidade de três solos de Altamira (Pará), pela técnica do elemento faltante*. 1977.39p. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Viçosa (MG), 1977.

MOLLER, M.R.F.; VIÉGAS, I. de J.M.; MATOS, A. de O.; PARRY, M.M. *Análise de tecido vegetal: manual de laboratório*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 32p. (Documento, 92).

MORAIS, F.I.O. Resposta do cacaueteiro à aplicação de N, P e K em dois solos da Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa (MG), v.22, n.1, p. 63-69, 1998.

NAIFF, A.P.M.; VIÉGAS, I. de J.M.; LIMA, S.S. Caracterização de sintomas de micronutrientes em plantas de açaizeiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 1.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 7.; 2003, Belém. Belém, 2003.

NOGUEIRA, O.L. *Sistema de produção do açaí: introdução e importância econômica*. 2.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (Sistema de Produção, 4). Disponível em: <[http://sistemadeproducao.cnpia.embrapa.br/FontesHTML/Açaí/Sistema Produção Açaí-2ed/paginas/intro.htm](http://sistemadeproducao.cnpia.embrapa.br/FontesHTML/Acaai/Sistema%20Producao%20Acaai-2ed/paginas/intro.htm)>.

OLIVEIRA, R. F. de; SINGH, R.; CRUZ, E. de S. *Disponibilidade de boro em solos do trópico úmido brasileiro*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 21p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 11).

PAULA, P.W.R. de; VIÉGAS, I. de J.M.; FRAZÃO, D.A.C.; CONCEIÇÃO, H.E.O. da.; THOMAZ, M.A.A.; GAMA, J.R.N.F. Efeito da omissão de nutrientes no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) cultivadas em terra roxa estruturada. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n.39, p.123-133, jan./jun.2003.

PIMENTEL, M. J. de O. *Resposta do dendzeiro (Elaeis guineensis, Jacq) à aplicação de N, P, K e Mg nas condições de Tailândia-PA*. 2001. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2001.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

RENÓ, N. B. *Requerimentos nutricionais e respostas ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro*. 1994. 112p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1994.

SANTOS FILHO, A. B. *Limitações nutricionais para o cultivo da soja (Glycine max (L.) Merrill) em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo sob cerrado do município de Balsas – Maranhão*. 1996. 86p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 1996.

TEIXEIRA, N. T.; MARTINS, J.J.R.; MACIEL, C.A.C.; BOVI, M.L.; SERAFINI, F. Deficiência nutricional em mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa (MG). *Anais...* Viçosa(MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 782-784.

VELOSO, A. C. *Avaliação da fertilidade de quatro solos do Vale do Mearim – Maranhão, para o arroz (Oriza sativa, L.)*, “cultivar IAC 1246”. 1978. 60p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 1978.

VIÉGAS, I. de J.M. *Crescimento do dendzeiro (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*. 1993. 217p. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, 1993.

\_\_\_\_\_; BOTELHO, S. M. Nutrição e adubação do dendzeiro. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MULLER, A. A. *A cultura do dendzeiro na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

\_\_\_\_\_; FRAZÃO, D.A.C. Crescimento de açaizeiros em sistemas agroflorestais em função da idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. *Resumos...* Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 DVD.

\_\_\_\_\_; REIS, E.L.; PINHEIRO, E. Nutrição e adubação da seringueira na Amazônia. In: FRAZÃO, D.A.C.; CRUZ, E. de S.; VIÉGAS, I. de J.M. *Seringueira na Amazônia: situação atual e perspectivas*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 290p. p.153-205.

\_\_\_\_\_; FRAZÃO, D.A.C.; OLIVEIRA, R.F. de.; LIMA, S.S. Crescimento de plantas jovens de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em função da calagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE



FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. *Resumos...* Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 DVD.

VIÉGAS, I. de J.M. ; THOMAZ, M.A.A.; NAIFF, A.P.M.; CONCEIÇÃO, H.E.O. da.; LOPES, E.C.S. Efeito de doses de boro no crescimento de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., 2004, Lages. *Resumos...* Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 1 CD.