

EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES E BORO NO CRESCIMENTO, NOS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE PLANTAS DE CAMUCAMUZEIRO¹

ISMAEL DE JESUS MATOS VIÉGAS², MARIA ALICE ALVES THOMAZ³, JEFFERSON FELIPE DA SILVA⁴, HERÁCLITO EUGÊNIO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO⁵, ANA PRISCILLA MIRANDA NAIFF⁶

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de macronutrientes e do micronutriente boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em plantas de camucamuzeiro, conduziu-se experimento em casa de vegetação, mediante a técnica do elemento faltante. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e oito tratamentos, sendo completo (N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes) e omissão individual de N, P, K, Ca, Mg, S e B. Os sintomas visuais de deficiências foram, de modo geral, de fácil caracterização para todos os nutrientes. Com exceção do fósforo, as omissões dos demais nutrientes afetaram a produção de matéria seca, quando comparados ao tratamento completo. Com base nos teores em g kg⁻¹, dos macronutrientes, e em mg kg⁻¹, do micronutriente boro nas folhas, infere-se em uma primeira aproximação dos valores adequados (completo), ou seja: 16,9 a 18,2 de N; 1,2 a 1,9 de P; 5,2 a 6,0 de K; 9,9 a 11,7 de Ca; 1,4 a 3,6 de Mg; 2,4 a 2,8 de S; 8,4 a 9,5 de B e do deficiente (omissão), 6,5 a 7,9 de N; =0,9 de P; =1,7 de K; 5,4 a 6,5 de Ca; =0,7 de Mg; 0,7 a 1,2 de S e 1,1 a 1,9 de B

Termos para indexação: fruticultura, crescimento, sintomas visuais, *Myrciaria dúbia*, nutrição.

EFFECT OF OMISSION OF MACRONUTRIENT AND BORON ON GROWTH, ON SYMPTOMS OF NUTRITIONAL DEFICIENCY AND MINERAL COMPOSITION IN CAMUCAMUZEIRO PLANTS (*Myrciaria dubia*)

ABSTRACT - The effects of omission of macronutrient and boron on growth, on symptoms of nutritional deficiency and mineral composition of plants of "camucamuzeiro" were evaluated. The experiment was carried out in a greenhouse, by means of the missing element technique. The experimental design was completely randomized, with eight treatments and four repetitions, including complete (N, P, K, Ca, Mg, S and micronutrients) and individual omission of N, P, K, Ca, Mg, S and B. The visual symptoms of deficiency were easily characterized for all the nutrients. Excepting for P, dry mass was affected by the omission of all the other nutrients, when compared with the complete treatment. Based on the macronutrient (g kg⁻¹) and on the micronutrient boron (mg kg⁻¹) on leaves contents, a first approach of the adequate values is inferred as being: N= 16,9 to 18,2; P= 1,2 to 1,9; K= 5,2 to 6,0; C= 9,9 to 11,7; Mg = 1,4 to 3,6; S= 2,4 to 2,8; and B= 8,4 to 9,5 for the complete treatment, and N= 6,5 to 7,9; P= 0,9; K= 1,7; Ca = 5,4 to 6,5; Mg = 0,7; S= 0,7 to 1,2 and B= 1,1 to 1,9 for the deficient ones (omission).

Index terms: *Myrciaria dubia*, fruit crop, growth, visual symptoms, nutrition.

INTRODUÇÃO

O camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh) é uma planta tipicamente amazônica, pertencente à família myrtaceae. Apresenta porte arbustivo e vegeta espontaneamente às margens de praias, de rios, e dos lagos da Amazônia Brasileira, sendo encontrada na estação chuvosa, parcial ou totalmente submersa.

Sua importância socioeconômica reside no fato de seus frutos apresentarem alto teor de vitamina C, em torno de 2.880 mg 100g⁻¹ de polpa, superior ao da acerola, de 1.790 mg 100g⁻¹ de polpa, ao do caju de 220 mg 100g⁻¹ de polpa, ao da goiaba-branca de 80 mg 100g⁻¹ de polpa e ao da laranja, de 59 mg 100g⁻¹ de polpa (Ludwing, 1996). Alguns genótipos podem atingir até 3.000 mg 100g⁻¹ de polpa e 5.000 mg 100g⁻¹ de casca (Ribeiro, 2002). Dada à elevada acidez, os frutos dificilmente são consumidos *in natura*. Na Amazônia Peruana, são utilizados para o preparo de refresco, sorvete, picolé, geléia, doce e licor; no Brasil, para o preparo de cosméticos e, artesanalmente, em sucos e licores, enquanto nos Estados Unidos, Japão e França, as indústrias farmacêuticas os transformam em tabletes de vitamina C.

Por não ser uma espécie domesticada, pouco se sabe sobre as condições ideais para o cultivo do camucamuzeiro, uma vez que há poucos trabalhos de pesquisa sobre essa espécie, principalmente na área de nutrição, podendo-se citar o de Yuyama et al. (2003). Desse modo, torna-se necessária a domesticação do camucamuzeiro, através do desenvolvimento de várias ações de pesquisas, entre as quais as de nutrição mineral.

O experimento foi instalado com o objetivo de avaliar o efeito da

omissão de N, P, K, Ca, Mg, S e B no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais, assim como na composição mineral em plantas de camucamuzeiro.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 310 dias em condições de casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, com temperaturas variando de 25 a 30°C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e oito tratamentos: completo (N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes), omissão de um dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S e B.

Foram utilizadas sementes de germoplasma, coletadas na microrregião Alto Solimões, nos Municípios de São Paulo de Olivença e Atalaia do Norte, no Estado do Amazonas. A semeadura foi realizada em canteiro, contendo serragem fina bem curtida. Ao atingirem em torno de 10 cm de altura, as mudas foram repicadas para sacos de plástico preto em dimensões de 12 cm de largura x 25 cm de altura, contendo mistura de terra preta e serragem na proporção de 3:1. Quando as plantas atingiram aproximadamente 35 cm de altura, foram selecionadas, suas raízes lavadas com água corrente e, posteriormente, com água destilada, para eliminar possíveis resíduos do substrato e transplantadas para os vasos. Inicialmente, as plantas foram aclimatadas por um período de aproximadamente 60 dias, em solução nutritiva de Bolle-Jones (1954), modificada e diluída de 1:10, tendo, como fontes, sais P.A. A Tabela 1 apresenta a composição química da solução nutritiva, utilizada durante a condução do experimento. As plantas, ao atingirem altura média de 50 cm,

¹ (Trabalho 124/2003). Recebido: 01/09/2003. Aceito para publicação: 08/07/2004.

² Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental e Professor Visitante da Universidade Federal Rural da Amazônia, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, Pará, e-mail: ismael@cpatu.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., M.Sc., Técnica da Fundação de Parques e Áreas Verdes de Belém, Funverde, e-mail: Alicethomaz@aol.com

⁴ Eng. Agrôn., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, e-mail: jefferson@cpatu.embrapa.br

⁵ Eng. Agrôn., D.Sc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental: heraclit@cpatu.embrapa.br

⁶ Estudante de agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Caixa Postal 917, CEP 66095-100, Belém-PA, e-mail: apnaiff@hotmail.com.

TABELA 1 - Composição química da solução nutritiva (ml/L) de Bolle-Jones (1954) modificada, utilizada no experimento.

Solução-estoque	Tratamentos								
	Conc.	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
NaH ₂ O ₄	M	1	1	-	1	1	1	1	1
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	M	2	-	2	2	-	2	2	2
KNO ₃	M	1	-	1	-	1	3	1	1
K ₂ SO ₄	M	2	2	2	-	2	3	-	2
MgSO ₄	0,5M	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	2,5
(NH ₄) ₂ SO ₄	M	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-	1,5
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0,01M	-	200	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄	M	-	1	-	-	-	1	1	-
Mg(NO ₃) ₂	0,5M	-	-	-	-	-	-	2,5	-
NaNO ₃	M	-	-	1	-	-	-	-	-
SOL.A*		1	1	1	1	1	1	1	a-B
SOL.Fe-EDTA**		1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Bolle-Jones (1954).

*Composição da solução A: 141,2 mg de H₃BO₃; 1.750 mg de MnSO₄; 250 mg de CuSO₄·5H₂O; 43,1 mg de MoO₃; 287 mg de ZnSO₄·7H₂O, por litro de solução.

**Composição da solução de Fe-EDTA: 26,1g de Na₂-EDTA; 89,2g de NaOH N e 24g de FeSO₄·7H₂O, por litro de solução.

foram submetidas aos tratamentos completo e de omissão dos macronutrientes, com solução nutritiva diluída 1:1, com pH de 5,5. A solução nutritiva foi fornecida por percolação nos vasos de plástico, com capacidade para 3 L e renovada a cada 15 dias. Diariamente, observava-se o nível de solução nos frascos coletores, completando-os para 1 L por planta, quando necessário, com adição de água destilada. Quando os sintomas de deficiência, referentes a cada nutriente, se apresentaram bem definidos, as plantas foram coletadas e submetidas à lavagem com água destilada. Cada planta foi dividida em folhas, caule e raízes e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70° C, até atingirem peso constante. Obtido o peso da matéria seca, procedeu-se à moagem do material em moinho tipo Willey, para análise química de tecido vegetal. Para o cálculo do crescimento relativo (CR), utilizou-se a fórmula:

$$CR(\%) = (M.S.O.N / M.S.T.C.) \times 100$$

onde: M.S.O.N. = matéria seca da planta inteira obtida em cada omissão de nutriente;

M.S.T.C = matéria seca total obtida no tratamento completo.

Foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S e B nas folhas, caules e raízes, segundo metodologia descrita por Möller et al. (1997). Em função dos dados de matéria seca da planta e da concentração dos nutrientes, foram calculados os dados do acúmulo de nutrientes. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa de computador software – sas (sistema de análise estatística), para análise de variância, teste F, e, obtida a significância, realizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para a comparação de médias entre os tratamentos, em cada variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e do boro

Nitrogênio

Os sintomas de deficiência de nitrogênio surgiram 57 dias após o início dos tratamentos, as folhas mais velhas apresentaram coloração verde-amarelada e com a intensidade da deficiência, as lâminas foliares ficaram totalmente amareladas. Essa coloração, segundo Malavolta et al. (1997), está associada com a menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos.

Fósforo

Os sintomas de deficiência de fósforo surgiram 250 dias após iniciados os tratamentos, porém não se mostraram bem definidos. As folhas velhas apresentaram necrose no ápice e o tamanho reduzido, quando comparadas ao tratamento completo. A necrose no ápice caracteriza-se pela morte de tecidos, provavelmente em decorrência da perda de seletividade de membranas de plantas deficientes em fósforo, considerando que essas membranas são estruturas complexas, constituídas de proteínas e lipídios, nas quais este último componente é formado de fosfolipídios. De acordo com Mengel & Kirkby (1987), plantas com deficiência em fósforo têm o seu crescimento retardado, por terem vários processos afetados,

como a síntese de proteínas e a de ácidos nucléicos.

Potássio

Os sintomas de deficiência de potássio surgiram 139 dias após o início dos tratamentos, e se caracterizaram, inicialmente, com pequenas necroses nos bordos e nos ápices das folhas mais velhas, as quais, com a intensidade da deficiência, evoluíram e formaram grandes manchas necróticas no limbo foliar. Em plantas com deficiência em potássio, os compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas putrescinas e agmatina, muitas vezes, se acumulam, sendo a última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes nesse nutriente (Epstein, 1975).

Cálcio

As plantas deficientes de cálcio apresentaram as folhas novas retorcidas, enroladas para a sua face ventral, ocorrendo essas características após 236 dias após iniciados os tratamentos. A falta de cálcio é caracterizada pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observado primeiro nas extremidades em crescimento e folhas mais jovens (Mengel & Kirkby, 1987). No processo metabólico, o cálcio afeta a atividade de hormônio e de enzimas, como os que regulam a senescência e a abscisão das folhas e frutos (Malavolta, 1980; Marschner, 1995).

Magnésio

Os sintomas característicos de deficiência de magnésio em plantas de camucamuzeiro surgiram aos 139 dias após o início dos tratamentos, com clorose ao longo dos bordos das folhas mais velhas e amarelecimento entre as nervuras secundárias; com a intensidade da deficiência, ocorreu necrose. O magnésio é muito móvel no floema e, portanto, redistribui-se facilmente das folhas e tecidos mais velhos para regiões de maiores exigências, como os meristemas e órgãos de reserva (Epstein, 1975).

Enxofre

Os sintomas de deficiência de enxofre em plantas de camucamuzeiro foram os primeiros a se manifestarem, ou seja, após 30 dias de iniciados os tratamentos, tendo as folhas novas se apresentado com uma coloração verde-clara; com a intensidade da carência, ocorreu clorose entre as nervuras secundárias ao longo dos bordos das folhas. Em folhas verdes, a maioria das proteínas está localizada nos cloroplastos e nas moléculas da clorofila. Portanto, plantas deficientes em enxofre apresentam menor teor de clorofila e, conseqüentemente, uma coloração verde-pálida.

Boro

Os sintomas de deficiência de boro em plantas de camucamuzeiro manifestaram-se 50 dias depois de iniciados os tratamentos. As folhas novas se apresentaram retorcidas, atrofiadas, pequenas e grossas, e, com a intensidade dos sintomas, ocorreu morte do meristema apical do caule. Isso está relacionado, segundo Epstein (1975), ao ácido ribonucléico -

TABELA 2 - Produção de matéria seca das folhas, caule, raízes e total (g/planta) de camucamuzeiro, crescimento relativo (CR %) e relação parte aérea/raiz (PA/R), em função dos tratamentos.

Tratamento	Folhas	Caule	Raízes	Total	CR	PA/R
Completo	14,75 a	48,69 a	32,73 a	96,17 a	100	1,9
Omissão de N	2,47e	7,11e	6,65 c	16,24 e	16	1,4
Omissão de P	15,82 a	55,01 a	29,45 a	100,29 a	104	2,4
Omissão de K	5,44 d	12,03 de	7,91 bc	25,38 d	26	2,2
Omissão de Ca	7,70 bc	24,93 b	11,59 b	44,22 b	45	2,8
Omissão de Mg	8,63 b	17,25 cd	10,49 bc	36,38 c	37	2,4
Omissão de S	7,64 bc	19,80 bc	8,22 bc	35,67 c	37	3,3
Omissão de B	6,10 cd	14,29 cd	8,07 bc	28,46 d	29	2,5
CV (%)	8,19	11,07	13,84	5,71		
DMS	1,64	6,45	4,66	6,40		

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

RNA. O boro se acumula nas folhas mais velhas, com teores mais altos nas pontas e margens, e o transporte desse micronutriente ocorre via transpiração, o que explicaria o fato de os sintomas de deficiência se manifestarem nos pontos de crescimento (Jones Jr., 1970). A deficiência de boro prejudica o transporte e a ação dos reguladores de crescimento, além de provocar distúrbios no desenvolvimento da planta, em razão do aumento do nível do ácido indolacético, redução da síntese de proteínas, dificuldade de formação da parede celular e no transporte de produtos da fotossíntese, propiciando o acúmulo de compostos fenólicos no vegetal (Melo & Lemos, 1991). Algumas plantas da Amazônia Oriental, destacando-se o dendezeiro e o coqueiro, são sensíveis à deficiência de boro (Viégas & Botelho, 2000).

Efeito dos tratamentos sobre a produção de matéria seca e crescimento relativo em plantas de camucamuzeiro

Com exceção do tratamento com omissão de fósforo, os demais

tratamentos limitaram a produção de matéria seca nas folhas, no caule, nas raízes e total, quando comparados ao completo (Tabela 2). Fato semelhante foi observado por Viégas et al. (1998) em plantas de quina (*Quassia amara L.*). Provavelmente, a não-exteriorização de efeitos deletérios sobre a produção de matéria seca, em função da omissão de fósforo observado neste trabalho, se deva às quantidades absorvidas desse nutriente durante a fase de aclimação das plantas na solução nutritiva. Os tratamentos que mais afetaram a produção de matéria seca total foram as omissões individuais de nitrogênio, potássio e boro, quando comparados ao tratamento completo. Constatou-se que o crescimento relativo (CR) obedeceu à seguinte ordem decrescente, em relação aos tratamentos: P>Completo>Ca>Mg=S>B>K>N. Deduz-se, dessa maneira, que o desenvolvimento da planta, durante o período experimental, não foi afetado pela omissão de fósforo, foi menos afetado pela omissão de Ca, com redução de 55% da matéria seca, e mais afetado pela omissão de nitrogênio, com redução de 84% da matéria seca. Essa limitação do crescimento, resultante da omissão de nitrogênio, também foi constatada em plantas de

TABELA 3 – Teores de macronutrientes (g kg⁻¹) e de boro (mg kg⁻¹) nas folhas, caules e raízes de camucamuzeiro, em função dos tratamentos.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B
			Folhas				
Completo	17,70 a	1,45 b	5,60 b	10,87 a	2,17 cd	2,62 a	9,05 a
Omissão de N	7,17 c	1,12 bc	4,30 c	6,32 cd	2,77 bcd	1,42 b	5,42 bc
Omissão de P	17,67 a	0,90 c	4,17 c	10,25 ab	3,85 b	2,47 a	4,27 cd
Omissão de K	17,85 a	2,27 a	1,67 d	7,95 bc	5,22 a	2,45 a	8,25 a
Omissão de Ca	16,20 a	1,22 bc	5,02 bc	6,00 cd	3,55 b	2,52 a	4,10 d
Omissão de Mg	18,72 a	1,50 b	8,80 a	5,47 d	0,70 e	2,72 a	6,05 b
Omissão de S	12,82 b	1,17 bc	8,55 a	6,15 cd	1,75 de	0,97 c	2,00 e
Omissão de B	18,90 a	1,25 bc	4,92 bc	7,40 cd	3,17 bc	2,30 a	1,60 e
CV (%)	7,95	13,64	9,97	13,18	18,64	8,52	10,04
DMS	2,96	0,43	1,25	2,33	1,26	0,43	1,19
			Caule				
Completo	9,85 a	1,35 c	8,10 bc	4,62 a	3,17 a	2,42 a	2,37 ab
Omissão de N	1,72 f	1,27 c	7,40 c	4,95 a	1,50 bc	1,55 b	1,42 de
Omissão de P	5,25 de	0,62 d	8,32 bc	4,80 a	1,57 bc	2,55 a	1,90 c
Omissão de K	6,37 cd	1,72 ab	2,47 d	3,67 bc	1,92 b	1,85 b	1,90 c
Omissão de Ca	8,37 b	1,52 bc	9,67 a	2,47 d	1,47 bc	2,47 a	2,00 bc
Omissão de Mg	7,50 bc	2,05 a	8,67 ab	3,40 c	0,22 d	1,87 b	2,47 a
Omissão de S	4,07 e	1,42 bc	9,87 a	3,30 cd	1,10 c	0,30 c	1,25 e
Omissão de B	6,90 c	1,22 c	7,87 bc	4,35 ab	1,45 bc	1,85 b	1,72 cd
CV (%)	9,55	10,95	6,78	8,93	16,97	10,65	8,9
DMS	1,39	0,35	1,23	0,82	0,61	0,46	0,39
			Raízes				
Completo	12,67 b	1,77 b	11,45 a	6,40 a	4,40 a	3,60 a	2,60 a
Omissão de N	3,77 e	1,32 b	9,30 abc	6,50 a	3,27 b	2,80 b	2,22 abc
Omissão de P	8,90 c	0,47 c	10,07 abc	7,12 a	3,37 b	3,82 a	2,30 ab
Omissão de K	9,20 c	1,47 b	1,67 d	4,67 b	2,50 c	2,57 b	1,42 de
Omissão de Ca	14,55 a	2,07 ab	8,67 bc	2,37 c	1,67 d	3,50 a	2,50 ab
Omissão de Mg	11,35 b	2,75 a	11,05 ab	5,57 ab	0,47 e	2,95 b	1,65 cde
Omissão de S	7,27 d	1,57 b	7,92 c	6,07 ab	1,30 d	0,55 c	1,22 e
Omissão de B	9,30 c	1,37 b	8,00 c	5,67 ab	2,47 c	2,90 b	2,00 bcd
CV (%)	7,07	22,28	12,45	12,84	11,96	7,59	12,35
DMS	1,59	0,83	2,48	1,67	0,68	0,50	0,57

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

juta por Viégas et al. (1992), de malva por Fasabi (1996) e de urucum por Haag et al. (1988). Tal efeito é justificado em razão de o nitrogênio ser constituinte dos aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas, e quando ocorre a deficiência de nitrogênio, há alteração no metabolismo vegetal, causando prejuízos ao desenvolvimento das plantas. Os resultados também evidenciaram que a deficiência de enxofre apresentou a relação parte aérea/raiz com maior quociente, portanto com menor quantidade de matéria seca de raízes. Isso pode se explicado pela diminuição na partição de carboidratos para a raiz, provavelmente devido à diminuição do teor de sacarose das raízes de plantas deficientes em enxofre.

Efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes e de boro nas folhas, caule e raízes de plantas de camucamuzeiro

Os resultados dos teores de macronutrientes correspondentes a cada tratamento são apresentados na Tabela 3. Constata-se que as omissões isoladas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro reduziram os teores desses nutrientes em todas as partes da planta, quando comparados com o tratamento completo. O fato foi observado em plantas

de quina por Viégas et al. (1998), com exceção da omissão do cálcio, que não reduziu o teor desse nutriente nas folhas e raízes.

As concentrações de macronutrientes das plantas do tratamento completo obedeceram à seguinte ordem nas folhas: N>Ca>K>S>Mg>P; no caule e raízes, N>K>Ca>Mg>S>P. Com base nos teores dos macronutrientes (g kg⁻¹) e do micronutriente boro (mg kg⁻¹) nas folhas de camucamuzeiro, infere-se em uma primeira aproximação dos valores normais (completo) sendo : N de 16,9 a 18,2 ; P de 1,2 a 1,9; K de 5,2 a 6,0; Ca de 9,9 a 11,7; Mg de 1,4 a 3,6; S de 2,4 a 2,8 ; B de 8,4 a 9,5 e do deficiente (omissão) , N de 6,5 a 7,9 ; P =0,9; K =1,7 ; Ca de 5,4 a 6,5; Mg =0,7; S de 0,7 a 1,2 e B de 1,1 a 1,9.

As faixas dos teores foliares adequadas, como valores de referência sugeridas nesta pesquisa de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, são compatíveis com os teores considerados adequados para a goiabeira, mesma família do camucamuzeiro, a partir do terceiro ano de idade, cultivar Paluma (Natale et al., 1996). Todavia, o limite superior de 6 g kg⁻¹ de K em folhas de camucamuzeiro, obtido nesta pesquisa, é inferior em cerca de 130% ao determinado em folhas de goiabeira por Natale et al. (1996), indicando ser o camucamuzeiro menos exigente em potássio do que a

TABELA 4 - Acúmulo de macronutrientes (g kg⁻¹) e de boro (mg kg⁻¹) nas folhas, caule, raízes e total de camucamuzeiro, em função dos tratamentos.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B
Folhas							
Completo	261,23a	21,32a	82,54a	150,33a	32,75b	38,73a	133,74a
Omissão de N	17,72d	2,77e	10,53d	15,65c	6,89d	3,52e	13,45ef
Omissão de P	279,64a	14,24b	66,03ab	162,28a	60,97a	39,19a	67,70b
Omissão de K	96,89c	12,36bcd	9,12d	43,20bc	28,30bc	13,31cd	44,85cd
Omissão de Ca	125,01c	9,47bcd	38,59c	46,38b	27,37bc	19,48bc	31,25de
Omissão de Mg	160,70b	12,96bc	76,30ab	48,26b	6,04d	23,50b	51,89bc
Omissão de S	97,98c	8,99cd	65,41b	47,01b	13,37d	7,44de	15,30ef
Omissão de B	114,98c	7,63de	29,99c	45,34b	19,46 bcd	14,03cd	9,76f
CV (%)	10,33	18,93	15,36	17,33	28,89	14,15	17,10
DMS	34,92	4,97	17,02	29,94	16,50	6,59	19,44
Caule							
Completo	479,35a	65,95a	394,53b	225,04a	154,91a	118,08b	115,62a
Omissão de N	12,6f	9,09e	52,54f	35,18b	10,54d	11,03ef	10,14d
Omissão de P	288,6b	34,33bc	457,98a	264,44a	86,59b	140,21a	104,49a
Omissão de K	72,9e	20,52cde	29,50f	43,31b	22,52cd	21,85de	21,86cd
Omissão de Ca	209,33c	37,93b	241,56c	61,92b	40,36c	61,79c	49,85b
Omissão de Mg	129,53d	35,51b	149,58de	58,63b	3,83d	32,16d	42,73b
Omissão de S	80,72de	28,13bcd	194,14cd	65,39b	21,72cd	5,95f	24,67c
Omissão de B	100,60de	17,39de	113,18e	62,64b	20,95cd	26,20de	24,75c
CV (%)	13,53	19,16	12,36	17,33	22,41	12,61	12,03
DMS	54,41	13,96	59,14	41,34	23,71	15,40	13,89
Raízes							
Completo	418,21a	57,01a	374,87a	209,54a	143,67a	118,79a	84,51a
Omissão de N	25,08e	8,79d	62,19cd	43,09b	21,80c	18,63bc	14,78cd
Omissão de P	262,15b	13,99cd	296,89b	209,74a	99,37b	112,64a	67,80 b
Omissão de K	72,89de	11,71d	13,21d	36,83b	19,64c	20,37bc	11,28 d
Omissão de Ca	168,95c	23,89bc	100,15c	27,53b	19,36c	40,65b	29,05c
Omissão de Mg	119,64cd	29,28b	116,19c	58,73b	5,08c	30,77b	17,15cd
Omissão de S	60,07de	12,96d	65,69cd	49,66b	10,68c	4,52c	10,11d
Omissão de B	74,97de	10,84d	64,32cd	46,87b	19,69c	23,38bc	16,11cd
CV (%)	25,66	20,80	21,56	21,23	19,60	22,59	21,39
DMS	90,31	10,26	69,03	42,32	19,47	24,46	15,70
Total							
Completo	1158,79a	144,28a	851,94a	594,91a	331,34a	275,53a	333,87 a
Omissão de N	55,06f	20,67f	125,26cd	93,92c	39,24de	32,19e	38,37e
Omissão de P	830,64b	62,57bcd	820,90a	636,47a	246,94b	292,05a	239,99b
Omissão de K	242,57e	44,69de	51,75d	123,39 bc	70,48cd	55,53d	77,99d
Omissão de Ca	503,29c	71,23bc	380,38b	135,78 bc	87,10c	121,92b	110,61c
Omissão de Mg	409,87d	77,76b	342,06b	165,63 b	14,96e	86,44c	110,78c
Omissão de S	238,68e	50,07cde	326,37b	162,09 b	45,78de	17,92e	50,09e
Omissão de B	290,55e	35,88ef	207,49c	153,86 bc	60,11cd	63,62d	50,72e
CV (%)	7,07	15,20	9,60	10,82	14,14	7,43	8,85
DMS	77,21	22,57	87,29	65,46	37,10	20,59	26,26

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

goiabeira. A faixa do teor foliar de 8,4 a 9,5 mg kg⁻¹ de B, em camucamuzeiro, é muito baixa, quando comparada à faixa adequada de goiabeira de 20 a 25mg kg⁻¹. Essa comparação entre os resultados conflitantes dos teores foliares de K e B de camucamuzeiro e os de goiabeira, indicados pelos citados autores, deve ser vista com cautela, pelo fato de terem sido obtidos em condições diferentes: casa de vegetação, utilizando mudas em solução nutritiva e plantas adultas em campo, respectivamente, e, principalmente, por serem espécies distintas e com exigências nutricionais diferentes.

Efeito dos tratamentos sobre o acúmulo de macronutrientes e de boro nas folhas, caule e raízes de plantas de camucamuzeiro.

A exemplo do ocorrido com os teores, as omissões isoladas dos macronutrientes e do boro limitaram o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro nas folhas, caule, raízes e na planta inteira, quando comparados com o tratamento completo (Tabela 4). Esses resultados demonstram a importância desses nutrientes para o cultivo racional do camucamuzeiro. A ordem decrescente do acúmulo total de nutrientes, com base no tratamento completo, foi: N > K > Ca > S > Mg > P > B, mostrando que os nutrientes mais exigidos pelo camucamuzeiro foram nitrogênio e potássio, a exemplo da goiabeira (Salvador et al., 1999) e da gravioleira (Barbosa, 2000). O acúmulo total de 1.158,79 mg planta⁻¹ de N, obtido no tratamento completo, corresponde, sem considerar as perdas ocorridas no solo, a aproximadamente 2,6 g planta⁻¹ de uréia, valor que deve indicar a necessidade de adubação nitrogenada para plantas de camucamuzeiro com 310 dias de idade, tempo de duração do experimento. O acúmulo total de 851,94 mg/planta de K, também do tratamento completo, corresponde à quantidade de 1,7 g planta⁻¹ de cloreto de potássio, enquanto o acumulado total de 144,28 mg/planta de P equivale a 0,7 g planta⁻¹ de superfosfato triplo. Chama atenção, o acúmulo total de cálcio de 593,25 mg planta⁻¹, o terceiro nutriente mais absorvido pelo camucamuzeiro.

CONCLUSÕES

1. Com exceção da omissão de fósforo, os demais tratamentos limitam a produção de matéria seca das folhas, do caule, das raízes e total em plantas de camucamuzeiro, quando comparados ao tratamento completo.

2. As omissões individuais de nitrogênio, potássio e boro são as mais limitantes para a produção de matéria seca total em plantas de camucamuzeiro.

3. As omissões de N, P, K, Ca, Mg, S e B, na solução nutritiva, resultam em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada nutriente em camucamuzeiro.

4. As omissões de N, P, K, Mg, Ca, Mg, S e B resultam em redução dos teores e do acúmulo dos nutrientes nas diversas partes de plantas de camucamuzeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z. Produção de biomassa e acumulação de nutrientes pela gravioleira (*Anona muricata* L.) em condições de viveiro e de campo. 2000.61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BOLLE-JONES, E. W. Nutrition of (*Hevea brasiliensis*) II. Effects of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and contents of Tjirandji seedlings. **Journal of Rubber Research Institute of Malaya**, v. 14, p. 209, 1954.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 341p.

FASABI, J. A. V. **Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (*Urena lobata*), variedade BR-01**. 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1996.

HAAG, H. P.; DECHEN, A. R.; ROSOLEN, D. L. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de urucu. **Anais da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.45, n.2, p. 423-431, 1988.

JONES Jr., J.B. Distribution of 15 elements in corn leaves. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Monticello, New York, 1, p. 27–34, 1970.

LUDWIG, M.M. A nova rainha da vitamina C: camu-camu saúde é vida. São Paulo:Azul, 1996. p.15-23.

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

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MELO, J.W.; LEMOS, E.G.M. Análise bioquímica de plantas. In: I SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA. Jaboticabal 1, 1988, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 310–331.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: Intern. Potash Institute, 1987. 687p.

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).

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETO, A.E.; PEREIRA, F.M. Goiabeira : calagem e adubação. Jaboticabal : FUNEP, 1996. 22p.

RIBEIRO, S.I.; MOTA, M.G da C.; CORRÊA, M.R.P. Recomendações para o cultivo do camucamuzeiro no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 9p. (Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica, 31).

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A. ; MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.2, p. 501–507. 1999.

VIÉGAS, I. de J. M.; BOTELHO, S. M.. Nutrição e adubação do dendezeiro. Organizado por VIEGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira. Belém, 2000, v.1, p.229-273.

VIÉGAS, I. de J. M.; CARVALHO, J. G. de; ROCHA NETO, O. G. da.; SANTIAGO, E. A. de. **Carência de macronutrientes em plantas de quina**. Belém: Embrapa - CPATU, 1998. 31p. (Boletim de Pesquisa, 192).

VIÉGAS, I. de J. M.; HAAG, H. P.; SILVA, F da S.; MONTEIRO, F. A. **Carência de macronutrientes e de boro em plantas de juta (*Corchorus capsularis* L.), variedade roxa**. Belém: Embrapa - CPATU, 1992. 24p. (Boletim de Pesquisa, 138).

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, K.; LOPES, T.M.; FÁVARO, D.I.T.; BERGL, P.C.P.; VASCONCELLOS, M.B.A. Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. **Acta Amazônica**, Manaus, INPA, 33(4), p. 549-554, 2003.