

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.3, p.391-400, jul.-set, 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 820 – 17/02/2010 *Aprovado em 04/04/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i3a820

Thana Esashika^{1,3}

Luiz A. de Oliveira²

Francisco W. Moreira²

Teores foliares de nutrientes em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) submetidas a adubações orgânica, mineral e foliar

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a resposta das plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) por meio dos teores foliares de macro (Ca, Mg, P, K e N) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn), em um experimento conduzido na Comunidade do Brasileirinho, localizada na periferia do município de Manaus-AM. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial de parcela subdividida 3 x 10 (três épocas de coleta e dez tratamentos, com três repetições). Os tratamentos foram constituídos por adubação orgânica (1L de esterco de galinha), adubação mineral, combinação de adubação mineral e foliar e somente adubação foliar. A adubação orgânica resultou em maiores teores de Ca, Mg e K nas folhas dos camucamuzeiros e as plantas que receberam adubação foliar apresentaram os maiores teores de Fe, Zn e P.

Palavras-chave: Fertilização foliar, frutífera nativa, região amazônica.

Nutrients leaf contents of *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh plants submitted to organic, foliar and mineral fertilization

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the response of "camu-camu" plants (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) through the analysis of macro (Ca, Mg, P, K and N) and micronutrients (Fe, Mn e Zn) leaf contents. The experiment was carried out in the Brasileirinho Agricultural Community, Manaus, Amazonas, Brazil. The experimental design was made in randomized blocks with a 3 x 10 split plot scheme with three sampling periods and ten treatments, with three replications. Treatments consisted of organic (1L of chicken manure), mineral and foliar fertilization, and a combination between mineral and foliar fertilization. Plants that received the treatments with organic fertilization presented the highest contents of Ca, Mg and K. The plants that received the treatments with foliar fertilization presented the highest Fe, Zn and P contents.

Key words: Foliar fertilization, native fruit, Amazon region.

¹ Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Av. General Rodrigo Oclávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I, CEP 69077-000, Manaus-AM, Brasil. Fone: (92) 3647-4000. E-mail: thanaesashika@yahoo.com.br

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas em Tecnologia e Inovação, Avenida André Araújo, Petrópolis, CEP 69060-001, Manaus-AM, Brasil. Fone (092) 3643-1856 Ramal: 1855. Fax: (92) 3643-1845. E-mail: luizoli@inpa.gov.br; wesem@inpa.gov.br

³ Bolsista de Doutorado da CAPES

INTRODUÇÃO

A importância socioeconômica do camucamuzeiro reside no fato de seus frutos apresentarem os maiores teores de ácido ascórbico conhecidos, em torno de 2.880 mg em 100 g de polpa integral (Andrade et al., 1995; Alves et al., 2000), bem maiores que os de outras frutas tropicais como a acerola, com 1.790 mg, e o caju, de 220 mg em 100 g de polpa. Alguns genótipos podem atingir até 6.112 mg em 100 g de polpa e 5.737 mg em 100 g de polpa com casca (Yuyama et al., 2002). Essa característica faz com que o fruto possua um bom potencial econômico no mercado promissor de produtos naturais no país e no exterior (Yuyama et al., 2003).

Dada a sua importância como fruto nativo e como fonte rica em vitamina C, o aproveitamento do camucamuzeiro nos locais em que se apresentam em pomares naturais merece redobrada atenção, pois esses locais se apresentam mais produtivos e com um menor custo de produção, considerando-se eficiente a sua exploração nessas condições. Essa atitude acarreta excessiva atividade exploratória dessas populações silvestres e pode provocar um impacto negativo sobre a abundância de camu-camu e sobre toda a cadeia trófica que está baseada em seus frutos.

O fruto, em virtude da elevada acidez da polpa, dificilmente é consumido ao natural na alimentação humana, muito embora possa ser apreciado dessa forma como tiragosto. O comum é processá-lo visando à elaboração de sucos, mas as características de elevada suculência, sabor ácido acentuado, coloração intensa e odor pronunciado possibilitam seu emprego na obtenção de produtos agroindustriais, como polpa congelada, suco concentrado, suco liofilizado, néctar (Villachica, 1996; Oliveira et al., 2005), sorvetes, geléia, licor e até xarope concentrado (Marques et al., 2005). Adicionalmente, o elevado teor de ácido ascórbico gera interesse na indústria farmacêutica para a produção de concentrado de vitamina C.

O interesse de diversos setores industriais (fármacos, cosméticos, conservantes naturais, bebidas etc.) nestes frutos tem aumentado a demanda por pesquisas em busca de maiores informações a respeito dessa espécie, pois pouco se sabe sobre as condições ideais de cultivo e os teores de elementos minerais necessários ao bom desenvolvimento de frutos, uma vez que há poucos trabalhos descritos na Região Amazônica em relação à cultura do camucamuzeiro.

A adubação do solo faz com que parte do adubo fique retido pelas partículas minerais e orgânicas do solo ou então é perdida pela lixiviação. Por outro lado, a adubação foliar, por colocar o adubo em contato direto com as folhas, permite maiores índices de absorção dos macro e micronutrientes pelas plantas. Com isso, podem-se aplicar menores doses e as respostas são mais rápidas, sendo possível corrigir deficiências logo após o aparecimento dos sintomas e durante o crescimento vegetal. Essa maior eficiência é melhor observada em situações como na correção da deficiência do Fe em solos com pH neutro ou alcalino. A adubação foliar talvez seja a forma de aplicação mais efetiva para os micronutrientes, tendo em vista que se aplicados ao solo, somente parte chega ao alcance do sistema radicular das

plantas. Em muitos cultivos, a correção das cloroses ocasionadas pela deficiência de micronutrientes usando-se a adubação foliar resulta na regeneração dos cloroplastos, aumentando a atividade fotossintética (Andreu et al., 2005).

Pesquisas relacionadas com o camucamuzeiro e a adubação orgânica ainda são escassas. Castro & Yuyama (2004) avaliaram o efeito da adubação orgânica (esterco curtido) e mineral (superfosfato triplo, cloreto de potássio e uréia) sobre o desenvolvimento de mudas de camucamuzeiro. Esses autores verificaram que a aplicação de 86 g de esterco parcelada em duas vezes (43 g cada) com intervalo de 30 dias favorece o desenvolvimento das mudas de camucamuzeiro, ao contrário da adubação mineral, que não proporcionou um bom desenvolvimento.

Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar os teores foliares de macro e micronutrientes nas plantas de camucamuzeiro adubadas com fertilizantes minerais, orgânicos e foliares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade da Comunidade Rural do Brasileirinho, localizada na periferia do município de Manaus, AM, no período de janeiro a outubro de 2006. A propriedade está localizada nas coordenadas 3° 01' 20" de latitude Sul e 59° 53' 45" de longitude Oeste. O solo predominante na região foi classificado como Latossolo Amarelo. De acordo com Koeppen, o clima da região é o Af, tropical úmido. A precipitação anual média na região durante o ano de 2006 foi de 2295 mm, com a menor precipitação ocorrendo no mês de agosto, e a temperatura média foi de 28°C (INMET, 2007).

A Comunidade do Brasileirinho é uma área de pressão para o processo de desmatamento, onde predominam nas propriedades Sistemas Agroflorestais com diversas espécies frutíferas e florestais (Willerdig & Oliveira, 2005).

As plantas adultas de camu-camu estavam com espaçamento em torno de 2,0 metros entre si, apresentando poucas folhas, com aparência de não sadias. Algumas estavam sendo parasitadas por ervas-daninhas e conchonilas. As plantas receberam adubação orgânica, mineral e foliar, conforme os tratamentos descritos na Tabela 1. Também foram calculadas as quantidades cumulativas dos adubos aplicados em cada tratamento (Tabelas 2 e 3).

As amostras foliares foram coletadas dos quatro pontos cardeais da copa da espécie estudada, armazenadas em sacos de papel numerados e postas para secar na estufa a 65°C por um período de aproximadamente 72 horas. Depois de secas, as folhas foram trituradas em moinho tipo Wiley de 1 mm de malha e armazenadas em sacos plásticos. As amostras de folhas foram analisadas para os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn, conforme métodos de análises descritos por Embrapa (2009). Também foram coletadas amostras de solo da rizosfera de cada planta, com profundidade de 0 a 20 cm, colocadas para secar em temperatura ambiente na casa de vegetação. Depois de secas, as amostras foram destorroadas e peneiradas em malha

Tabela 1. Tratamentos da cultura do camucamuzeiro e suas respectivas quantidades**Table 1.** Treatments of camu-camu plants and their respective quantities

Nº	Tratamentos	Quantidades
T1	Testemunha	----
T2	Adubação orgânica	1 L de esterco de galinha
T3	Adubação mineral inteira	675 g de cal.+ 75 g P ₂ O ₅ + 50 g N + 37,5 g KCl =837,5 g
T4	½ adubação mineral	337,5 g de cal.+37,5 g P ₂ O ₅ +25 g N +18,75 g KCl =418,75 g
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	200 mL* + 337,5 g de cal.+37,5 g P ₂ O ₅ +25 g N +18,75 g KCl =418,75 g
T6	Dose 2 + ½ Adubação química	200 mL* + 337,5 g de cal.+37,5 g P ₂ O ₅ +25 g N +18,75 g KCl =418,75 g
T7	Dose 3 + ½ Adubação química	200 mL* + 337,5 g de cal.+37,5 g P ₂ O ₅ +25 g N +18,75 g KCl =418,75 g
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	200 mL*
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	200 mL*
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	200 mL*

* Aplicação de 200 mL de adubo foliar por planta contendo 0,16 g de N; 0,18 g de P₂O₅; 0,18 g de K₂O; 0,02 g de Ca; 0,02 g de Cl; 0,02 g de S; 0,02 g de Fe; 0,01 g de Cu; 0,01 g de Zn; 0,004 g de Mn; 0,0001 g de Co e 0,0001 g de Mo

Tabela 2. Quantidade de macronutrientes adicionados por planta em doses cumulativas para o camucamuzeiro, durante três épocas de coleta no ano de 2006**Table 2.** Macronutrients contents applied to camu-camu plants in cumulative rates, during three collecting seasons in the year 2006

Tratamentos	Macronutrientes em doses acumulativas														
	Ca			Mg			K			P			N		
	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11
	----- g -----														
T1 Testemunha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2 Adubação orgânica	1,98	1,98	1,98	0,85	0,85	0,85	8,44	8,44	8,44	0,55	0,55	0,55	10,85	10,85	10,85
T3 Adubação Mineral inteira	154,0	154,0	154,0	56,70	56,70	56,70	19,63	19,63	19,63	32,75	32,75	32,75	28,00	28,00	28,00
T4 ½ Adubação mineral	77,00	77,00	77,00	28,35	28,35	28,35	9,81	9,81	9,81	16,37	16,37	16,37	14,00	14,00	14,00
T5 Dose 1 + ½ Adubação mineral	77,06	77,12	77,20	28,36	28,36	28,37	10,26	10,71	11,31	16,61	16,84	17,16	14,48	14,96	15,60
T6 Dose 2 + ½ Adubação mineral	77,12	77,24	77,40	28,37	28,37	28,39	10,71	11,61	12,81	16,84	17,32	17,95	14,96	15,92	17,20
T7 Dose 3 + ½ Adubação mineral	77,16	77,36	77,58	28,37	28,39	28,41	11,01	12,51	14,16	17,00	17,79	18,66	15,28	16,88	18,64
T8 Dose 1 (a cada 30 dias)	0,06	0,12	0,20	0,01	0,01	0,02	0,45	0,90	1,50	0,237	0,474	0,790	0,48	0,96	1,60
T9 Dose 2 (a cada 15 dias)	0,12	0,24	0,40	0,01	0,02	0,04	0,90	1,80	3,00	0,474	0,948	1,580	0,96	1,92	3,20
T10 Dose 3 (a cada 10 dias)	0,16	0,36	0,58	0,01	0,04	0,06	1,20	2,70	4,35	0,632	1,422	2,291	1,28	2,88	4,64

de 2 mm de diâmetro, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), e armazenadas em sacos plásticos numerados, sendo analisadas quanto ao pH e aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Al, C e matéria orgânica. Os resultados indicaram pH (5,1); MO (65 g kg⁻¹); C (56,0 g kg⁻¹); N (3,6 g kg⁻¹); Ca (3,0 cmol_c kg⁻¹); Mg (0,9 cmol_c kg⁻¹); K (0,3 cmol_c kg⁻¹); Al (0,8 cmol_c kg⁻¹); P (127 mg kg⁻¹); Fe (19 mg kg⁻¹); Zn (12 mg kg⁻¹) e Mn (12 mg kg⁻¹).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial de parcela subdividida 3 x 10, em que as parcelas representaram três épocas de coleta (08/04/06, 15/07/06 e 07/11/06) e dez tratamentos de adubação mineral, orgânica e foliar (Tabela 1). Foram realizadas análises estatísticas dos dados de acordo com o delineamento experimental utilizado, comparando-se as médias pelo teste Tukey a 5%, quando o teste F-Snedecor foi significativo.

Tabela 3. Quantidade de micronutrientes adicionados por planta em doses acumulativas para o camucamuzeiro, durante três épocas de coleta no ano de 2006

Table 3. Micronutrients contents applied to camu-camu plants in cumulative rates, during three collecting seasons in the year 2006

Tratamentos	Micronutrientes em doses acumulativas									
	Fe			Mn			Zn			
	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11	08/04	15/07	07/11	
	----- mg -----									
T1	Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	Adubação orgânica	15	15	15	17	17	17	17	17	17
T3	Adubação mineral inteira	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	½ Adubação mineral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	60	120	200	12	24	40	30	60	100
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	120	240	400	24	48	80	60	120	200
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	160	360	580	32	72	116	80	180	290
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	60	120	200	12	24	40	30	60	100
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	120	240	400	24	48	80	60	120	200
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	160	360	580	32	72	116	80	180	290

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre as épocas de coleta quanto aos teores foliares de Ca e Mg (Tabela 4). Os teores de cálcio nas plantas do tratamento T2 foram estatisticamente superiores aos das plantas dos tratamentos T5 e T6, porém sem se diferirem dos demais tratamentos, inclusive das plantas do tratamento testemunha. Quanto ao magnésio, o tratamento T2 resultou em teores maiores do que os encontrados nas plantas não adubadas e no T4, mas sem se diferir dos demais.

As quantidades de 1,98 g de cálcio e 0,85 g de magnésio (T2, Tabela 3), aplicadas via adubação orgânica, proporcionaram o maior aumento dos teores desses elementos nas folhas. Esse resultado demonstra que as plantas responderam melhor ao adubo orgânico tanto para o teor de cálcio como para o de magnésio.

Viégas et al. (2004) avaliaram os efeitos da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. Nesse estudo, os autores reportaram um teor de 10,87 g kg⁻¹ de cálcio, o qual está ligeiramente acima do encontrado nesta pesquisa e dentro da faixa de teores adequados para o camucamuzeiro definidos por Viégas et al. (2004). Gavinho (2005), estudando os efeitos da adubação foliar na produção de frutos do camu-camu em condições de terra-firme, encontrou teores de Ca um pouco menores que o desejável (5,70 a 8,36 g kg⁻¹).

Diante dos teores observados, constata-se que as concentrações de cálcio estão inferiores às mencionadas por Viégas et al. (2004), o qual cita que a faixa de teores adequados de cálcio nas plantas de camu-camu está entre 9,9 e 11,7 g kg⁻¹, com exceção do tratamento T2, que proporcionou o valor do incremento (9,9 g kg⁻¹) no limite da faixa de teores adequados para a cultura. Nesse caso, os níveis de concentração de cálcio podem não satisfazer as exigências nutricionais do camu-camu.

Quanto ao magnésio, o maior teor foi encontrado no tratamento T2, de adubação orgânica, e o menor, no tratamento testemunha (T1). Segundo Viégas et al. (2004), os teores adequados para o magnésio estão entre 1,4 e 3,6 g kg⁻¹. Logo, o tratamento testemunha (T1) (1,11 g kg⁻¹) e o tratamento T4 (1,21 g kg⁻¹) são os únicos que estão abaixo da faixa adequada para o camu-camu. Em uma segunda pesquisa, Viégas et al. (2004) mencionaram o valor de 2,17 g kg⁻¹ de magnésio, valor este acima dos encontrados nessa pesquisa e dentro da faixa de teores adequados para o camu-camu.

Castro & Yuyama (2004) avaliaram o efeito da adubação orgânica e mineral sobre o desenvolvimento de mudas de camucamuzeiro e verificaram que a aplicação de 86 g de esterco parcelada em duas vezes (43 g cada), com intervalo de 30 dias, favoreceu o desenvolvimento das mudas, ao contrário da adubação mineral, que não proporcionou bom desenvolvimento.

Os teores médios de magnésio nas folhas de camu-camu foram inferiores aos adequados para a goiabeira, que é da mesma família do camucamuzeiro (Bataglia & Santos, 2001), os quais variam de 2,4 a 4,0 g kg⁻¹ de magnésio. Somente os teores das plantas do tratamento T2 (2,69 g kg⁻¹) alcançaram a média dos teores adequados para a goiaba.

A distribuição de um nutriente dentro da folha e sua translocação para fora da folha depende da mobilidade do nutriente no floema e xilema. O cálcio é um nutriente de baixa mobilidade dentro da planta, ou seja, ele não se transloca da parte aérea para as outras partes da planta, como as raízes, com a mesma facilidade do manganês, que é absorvido e transportado para partes da planta que exigem alta demanda (Römheld & El-Fouly, 1999).

Quanto ao fósforo, houve variação significativa entre os tratamentos, épocas de coleta e também entre esses dois fatores (Tabela 5). Ao analisar as médias dos tratamentos, observa-se que todas resultaram em teores de fósforo estatisticamente maiores do que os encontrados nas plantas do tratamento testemunha. As maiores médias foram as das

Tabela 4. Médias dos teores foliares dos macronutrientes cálcio e magnésio em resposta aos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições

Table 4. Means of the calcium and magnesium macronutrients leaf contents in response to the fertilization treatments used in camu-camu plants, during three collecting seasons. Means of the three replications

Teores foliares dos macronutrientes Ca e Mg			
Tratamentos		Ca	Mg
----- g kg ⁻¹ -----			
T1	Testemunha	5,81 ab	1,11 b
T2	Adubação orgânica	9,90 a	2,69 a
T3	Adubação mineral inteira	7,10 ab	1,42 ab
T4	½ Adubação mineral	6,65 ab	1,21 b
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	5,37 b	1,62 ab
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	5,64 b	1,78 ab
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	6,37 ab	1,51 ab
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	5,85 ab	1,35 ab
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	6,17 ab	1,37 ab
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	7,29 ab	1,58 ab
Média		6,61	1,56

Médias com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (DMS Ca = 4,23; DMS Mg = 1,41)

plantas adubadas com os tratamentos T3 e T10, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T2 e T7.

Ao analisar as médias das épocas de coletas, observou-se que os teores de P aumentaram significativamente da primeira para a segunda coleta, mas da segunda para a terceira coleta houve decréscimo de quase 400%. Possivelmente, o maior teor de fósforo na segunda época de coleta deve-se à maior exigência desse nutriente na frutificação, já que nessa época as plantas estavam no começo da frutificação. No entanto, apenas na segunda época foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. Nesse caso, todas as plantas adubadas apresentaram teores de fósforo significativamente superiores aos encontrados nas plantas não adubadas. Nessa época, as plantas com maiores teores de fósforo foram as adubadas com os tratamentos T3 e T10, que não diferiram estatisticamente dos teores observados nas plantas do tratamento T2.

Os tratamentos T3 e T10 consistiram de adubação mineral inteira e de adubação foliar (dose 3), respectivamente. A quantidade de 2,291 g de fósforo aplicada por meio da adubação foliar proporcionou um teor foliar equivalente ao das plantas que receberam 32,75 g através da adubação mineral inteira (Tabela 2). Nesse caso, a aplicação de fósforo via adubação foliar foi mais eficiente, porque na aplicação via solo, o nutriente pode ficar indisponível para as plantas devido à sua reação com Ca, Mg, Fe e, nos solos da Amazônia, principalmente com o alumínio. Além disso, o fósforo, quando aplicado via foliar, é incorporado nos tecidos das folhas jovens e se distribui para as outras partes da planta pelo xilema e floema, consequência da sua alta mobilidade a fim de ser utilizado pela planta com maior rapidez.

Segundo Viégas et al. (2004), os teores adequados de P para o camu-camu estão entre 1,2 e 1,9 g kg⁻¹. Os valores encontrados nesta pesquisa estão dentro ou acima dessa faixa adequada e somente os teores das plantas do tratamento testemunha (T1) encontravam-se menores.

Os valores de fósforo encontrados nessa pesquisa são compatíveis com os encontrados por Viégas et al. (2004) em mudas de camu-camu e também com os considerados adequados para a goiabeira.

Villachica (1996) sugere que o cultivo do camu-camu é mais susceptível à deficiência de fósforo e de potássio quando cultivado em solos ácidos com níveis baixos de disponibilidade de nutrientes, características dos solos da Amazônia, como os Latossolos e Argissolos. Gavinho (2005), avaliando os efeitos da adubação foliar na produção de frutos de camu-camu em diferentes tipos de adubos foliares, encontrou níveis similares (1,38 a 1,42 g kg⁻¹ de P) aos do presente trabalho, também em solos de terra firme da Amazônia. Natale et al. (2001) e Thomaz et al. (2004) documentaram valores de fósforo entre 1,5 e 1,7 g kg⁻¹ em goiabeiras e camucamuzeiros, concordando com os níveis encontrados nessa pesquisa.

Quanto aos teores de potássio, verificou-se variação significativa entre os tratamentos e entre as épocas de coleta (Tabela 18). Ao analisar as médias dos tratamentos, observa-se que apenas o T2 (adubação orgânica) diferiu estatisticamente da testemunha, enquanto que, ao analisar as médias das épocas de coletas, verificou-se que os teores aumentaram com o tempo, favorecendo a absorção desse nutriente pelas plantas (Tabela 6).

Malavolta et al. (2000) mencionam que o adubo orgânico tem a capacidade de diminuir a perda de potássio pelas lavagens do solo, além de liberar nutrientes para as plantas e facilitar sua absorção.

Os teores foliares adequados de potássio para o camu-camu variam entre 5,2 e 6,0 g kg⁻¹ (Viégas et al., 2004). Com exceção do tratamento testemunha, todos os outros resultaram em valores considerados adequados para a cultura do camu-camu. Em mudas de camucamuzeiro, o teor de potássio encontrado por Viégas et al. (2004) foi de 5,60 g kg⁻¹, próximo à faixa encontrada neste trabalho e dentro da considerada adequada para a cultura do camucamuzeiro (Viégas et al., 2004).

Gavinho (2005), avaliando os efeitos da adubação foliar na produção de frutos de camu-camu com diferentes tipos de adubos foliares, encontrou incrementos que variaram entre 7,02 e 7,13 g kg⁻¹ de potássio, um pouco acima dos teores citados por Viégas et al. (2004) (5,2 a 6,0 g kg⁻¹), e dos observados no presente estudo.

Quanto ao nitrogênio, não houve variação significativa entre os tratamentos, havendo, porém entre as épocas de coleta (Tabela 7), com os teores aumentando significativamente da primeira para a segunda coleta. Observou-se também que nenhum dos tratamentos aplicados, inclusive o tratamento T3, com a quantidade de 28 g de nitrogênio aplicada (Tabela 2), proporcionou variação significativa nos teores foliares das plantas de camucamuzeiro.

Tabela 5. Médias dos teores foliares de fósforo nos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 5. Means of the phosphorus leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants, during three collecting seasons. Means of three replications*

Tratamentos	Fósforo			Médias	
	Épocas de coleta				
	08/04/06	15/07/06	07/11/06		
	----- g kg ⁻¹ -----				
T1	Testemunha	0,72a A	0,71a F	0,71a A	0,72E
T2	Adubação orgânica	0,89b A	4,99a AB	1,16b A	2,35AB
T3	Adubação mineral inteira	0,69b A	5,81a A	1,20b A	2,57A
T4	½ Adubação mineral	0,61b A	3,24a DE	1,17b A	1,67CD
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	0,76b A	3,16a DE	1,11b A	1,67CD
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	0,70b A	3,88a BCD	1,13b A	1,90BCD
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	0,77b A	4,58a BC	1,14b A	2,16 ABC
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	0,69b A	2,50a E	1,12b A	1,43D
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	0,63b A	3,64a CD	1,03b A	1,77BCD
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	0,74b A	6,10a A	1,10b A	2,65A
Média		0,72c	3,86a	1,09b	

Médias com letras minúsculas iguais nas linhas (DMS = 1,12) e maiúsculas iguais nas colunas (DMS = 0,78) não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Segundo Viégas et al. (2004), os teores foliares adequados para o camu-camu estão entre 16,2 e 18,2 gkg⁻¹ de nitrogênio, concordando com os observados neste trabalho. Os valores obtidos neste estudo também são semelhantes aos observados por Thomaz et al. (2004) e Viégas et al. (2004), com o teor de nitrogênio de 17,7 g kg⁻¹ nas folhas de mudas de camucamuzeiro, em ambas as pesquisas. Gavinho (2005), avaliando camucamuzeiros em condições de terra-firme, encontrou teores similares à presente pesquisa, com teores que variaram entre 16,33 e 17,30 g kg⁻¹ de nitrogênio, dependendo do adubo foliar utilizado.

O nitrogênio é um nutriente que possui alta mobilidade nas plantas, assim como o fósforo e o potássio. Quando aplicado, principalmente nas folhas jovens, a maioria desse nutriente é incorporada aos tecidos das folhas e, conseqüentemente, há maior absorção radicular, devido ao melhor crescimento e fotossíntese das folhas (Camargo & Silva, 2002).

Quanto aos teores foliares de ferro, houve variação significativa entre os tratamentos, épocas de coleta e entre esses dois fatores (Tabela 8). Ao analisar as médias dos tratamentos, observa-se que todos resultaram em teores de ferro estatisticamente maiores do que os encontrados nas plantas não adubadas. O tratamento T10 proporcionou o maior teor foliar de ferro, porém não diferindo dos tratamentos T2, T6 e T9.

Ao observar as médias das épocas de coletas, notou-se que os teores aumentaram significativamente da primeira para a segunda coleta e, da segunda para a terceira coleta, permaneceram estáveis. No entanto, apenas na segunda época ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. Nesse caso, todas as plantas adubadas apresentaram teores de ferro significativamente superiores aos encontrados nas plantas não adubadas. Nessa época, as plantas com maiores teores de ferro foram as adubadas com o tratamento T10, que não diferiu estatisticamente dos teores observados nas plantas do tratamento T9.

O maior incremento de ferro foi constatado no tratamento T10, constituído de adubação foliar (uma dose a cada dez dias), proporcionado pela quantidade aplicada de 580 mg de ferro (Tabela 3), demonstrando que o adubo foliar aplicado em intervalos menores de tempo influenciou no maior teor de ferro nas folhas do camucamuzeiro.

Em adição, há pesquisas relatando que a aplicação foliar de fertilizantes promove a absorção de nutrientes pelas raízes, mas não se pode tornar essa afirmação generalizada, porque isso depende da mobilidade dos nutrientes aplicados na planta e do local de sua aplicação (Römheld & El-Fouly, 1999). O ferro tem baixa mobilidade dentro das plantas e se distribui pela folha sem que exista considerável translocação para fora dessa. Por outro lado, a aplicação de nutrientes de baixa mobilidade pode incrementar a absorção de nutrientes pelas raízes (Faccini & Puricelli, 2005).

Villachica (1996), estudando o camucamuzeiro na Amazônia peruana, em populações naturais de várzea, registrou teor de ferro de 98 mg kg⁻¹. Em solos inundados, os teores são maiores em comparação aos de terra firme, isso porque em solos de várzea há boa fertilidade natural oriunda de grande quantidade de material orgânico e mineral trazido durante as cheias dos rios (Villachica, 1996; Ribeiro et al., 2002).

As concentrações foliares de ferro no camucamuzeiro são inferiores às documentadas por Yamada (2004), que mencionam teores foliares na faixa de 117 a 162 mg kg⁻¹ de ferro para a goiabeira.

Quanto ao zinco, houve variação significativa apenas entre os tratamentos, não ocorrendo entre as épocas (Tabela 9). Ao observar as médias dos tratamentos, notou-se que o tratamento T10 proporcionou o maior valor médio de zinco e o tratamento T5 o menor, mas sem diferir dos demais tratamentos. As várias diferenças observadas foram das plantas do T10 em relação aos dos tratamentos T3, T4 e T5,

Tabela 6. Médias dos teores foliares de potássio nos tratamentos aplicados em camu-camu em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 6. Means of potassium leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants during three collecting seasons. Means of three replicates*

Tratamentos		Potássio			Médias
		Épocas de coleta			
		08/04/06	15/07/06	07/11/06	
		----- g kg ⁻¹ -----			
T1	Testemunha	4,09	4,09	4,11	4,10B
T2	Adubação orgânica	3,79	8,20	13,19	8,39A
T3	Adubação mineral inteira	3,77	7,23	7,04	6,01AB
T4	½ Adubação mineral	3,88	6,62	7,64	6,05AB
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	4,13	6,64	7,87	6,21AB
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	3,97	6,91	6,35	5,74AB
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	3,80	7,46	8,76	6,67AB
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	3,74	4,40	7,33	5,20B
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	3,59	7,26	7,19	6,01AB
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	3,54	8,54	6,12	6,07AB
Média		3,83b	6,73ab	7,56a	

Médias com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (DMS = 3,21)

Tabela 7. Médias dos teores foliares de nitrogênio nos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 7. Means of nitrogen leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants during three collecting seasons. Means of three replicates*

Tratamentos		Nitrogênio			Médias
		Épocas de coleta			
		08/04/06	15/07/06	07/11/06	
		----- g kg ⁻¹ -----			
T1	Testemunha	14	15	15	15A
T2	Adubação orgânica	14	15	17	15A
T3	Adubação mineral Inteira	13	17	18	16A
T4	½ Adubação mineral	12	17	18	16A
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	14	20	19	17A
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	12	18	16	15A
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	13	17	17	15A
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	14	17	18	16A
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	13	17	13	15A
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	14	15	16	15A
Média		13b	17a	17a	

Médias com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (DMS = 3,97)

sendo que as plantas não adubadas apresentaram teores de Zn intermediários e não diferentes dos tratamentos das adubadas.

Na segunda época, todas as plantas adubadas com os tratamentos T9 e T10 apresentaram teores de zinco significativamente superiores aos encontrados nas plantas não adubadas.

O maior nível de zinco foi constatado no tratamento T10, mediante aplicação de 290 mg de zinco via adubação foliar (Tabela 3). Esse resultado demonstra que o adubo foliar aplicado em menores intervalos de tempo favorece o maior

teor do nutriente nas folhas do camucamuzeiro. Em adição, a aplicação foliar é mais efetiva para os micronutrientes, pois a planta precisa de pequenas quantidades para suprir suas necessidades nutricionais.

Em estudo realizado na várzea com populações naturais de camu-camu, o teor de zinco encontrado foi de 47 mg kg⁻¹ (Villachica, 1996). O zinco é considerado pouco móvel nas plantas, assim como o ferro. Quando aplicado em folhas jovens, há pouca ou nenhuma translocação para fora da folha, o que ocasiona a indução da absorção de nutrientes pelas raízes, devido ao melhor crescimento das folhas e ao

Tabela 8. Médias dos teores foliares de ferro nos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 8. Means of iron leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants during three collecting seasons. Means of three replicates*

Tratamentos		Ferro			Médias
		Épocas de coleta			
		08/04/06	15/07/06	07/11/06	
		----- mg kg ⁻¹ -----			
T1	Testemunha	46a A	45a E	46a B	46C
T2	Adubação orgânica	52b A	83a BC	74a A	70Ab
T3	Adubação mineral inteira	47b A	78a BCD	73a A	66B
T4	½ Adubação mineral	52b A	55b DE	84a A	64bB
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	54b A	65ab CDE	78a A	65B
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	52b A	78a BCD	79a A	70AB
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	36b A	80a BC	73a A	63B
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	46b A	73a CD	76a A	65B
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	46c A	97a AB	73b A	72AB
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	51c A	120a A	77b A	83A
Média		48b	77a	73a	

Médias com letras minúsculas iguais nas linhas (DMS = 23,82) e maiúsculas iguais nas colunas (DMS = 21,27) não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 9. Teores foliares de zinco nos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 9. Zinc leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants during three collecting seasons. Means of three replicates*

Tratamentos		Zinco			Médias
		Épocas de coleta			
		08/04/06	15/07/06	07/11/06	
		----- mg kg ⁻¹ -----			
T1	Testemunha	28a A	28a BC	22a A	26ABC
T2	Adubação orgânica	30a A	30a B	24a A	28ABC
T3	Adubação mineral inteira	23a A	24a BC	24a A	24BC
T4	½ Adubação mineral	24a A	23a BC	23a A	23BC
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	23ab A	17b C	27a A	22C
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	27a A	22a BC	27a A	26ABC
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	31a A	28a B	27a A	29AB
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	26a A	25a BC	25a A	25ABC
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	31a A	31ab AB	22b A	28ABC
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	26b A	40a A	23b A	30A
Média		27a	27a	24a	

Médias com letras minúsculas iguais nas linhas (DMS = 10,56) e maiúsculas iguais nas colunas (DMS = 9,09) não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

melhor desempenho da fotossíntese (Römheld & El-Fouly, 1999; O'Dell, 2005; Wójcik, 2004).

Quanto aos teores foliares de manganês, não houve variação significativa entre os tratamentos, ao se verificar suas médias na última coluna da Tabela 10. No entanto, houve efeito das épocas de coletas e da interação dos tratamentos com as épocas.

Ao observar as médias das épocas de coletas, verificou-se que os teores diminuíram significativamente da primeira para a segunda coleta. Da segunda para a terceira coleta, houve um pequeno acréscimo em relação ao teor de

manganês, mas sem gerar variação estatística entre si. No entanto, a interação mostrou que, tanto na segunda como na terceira épocas, houve variação estatística entre os tratamentos. Na segunda época, as plantas com maiores teores de manganês foram as adubadas com o tratamento T10, porém sem se diferirem dos níveis observados nas plantas dos demais tratamentos. Já na terceira coleta, as plantas adubadas com o tratamento T4 apresentaram teores significativamente superiores aos encontrados nas plantas não adubadas.

A quantidade de 116 mg de manganês aplicada nos tratamentos T7 e T10 (Tabela 3), não proporcionou diferença

Tabela 10. Médias dos teores foliares de manganês nos tratamentos aplicados em camu-camu, em três épocas de coleta. Médias de três repetições*Table 10. Means of manganese leaf contents in the treatments applied in camu-camu plants during three collecting seasons. Means of three replicates*

Manganês		Épocas de coleta			Médias
		08/04/06	15/07/06	07/11/06	
Tratamentos		mg kg ⁻¹			
T1	Testemunha	148a A	147a AB	86a B	127A
T2	Adubação orgânica	162a A	108a AB	110a AB	127A
T3	Adubação mineral inteira	148a A	132a AB	113a AB	131A
T4	½ Adubação mineral	126b A	111b AB	194a A	143A
T5	Dose 1 + ½ Adubação mineral	189a A	66b B	110b AB	122A
T6	Dose 2 + ½ Adubação mineral	137a A	86a B	128a AB	117A
T7	Dose 3 + ½ Adubação mineral	170a A	108a AB	150a AB	143A
T8	Dose 1 (a cada 30 dias)	196a A	89b B	109b AB	131A
T9	Dose 2 (a cada 15 dias)	173a A	136a AB	118a AB	142A
T10	Dose 3 (a cada 10 dias)	138ab A	194a A	125b AB	152A
Média		159a	118b	124ab	

Médias com letras minúsculas iguais nas linhas (DMS = 88,61) e maiúsculas iguais nas colunas (DMS = 66,21) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

significativa entre os tratamentos. Talvez a concentração de manganês no adubo foliar não tenha sido suficiente para suprir as necessidades do camucamuzeiro, já que em populações na várzea, foi encontrado valor de 764 mg kg⁻¹ de manganês (Villachica, 1996), valor seis vezes superior ao registrado neste trabalho. A fertilidade natural dos solos de várzea propicia um melhor desenvolvimento para o camucamuzeiro por conter grande quantidade de nutrientes procedentes das cheias dos rios (Ribeiro et al., 2002).

CONCLUSÕES

As plantas de camu-camu que receberam os tratamentos com adubação orgânica apresentaram as maiores médias de teores foliares de cálcio, magnésio e potássio.

Os maiores teores de ferro, zinco e fósforo encontrados nas folhas foram os aplicados pela adubação foliar.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela bolsa de estudos e financiamento do projeto de pesquisa (edital Temáticos).

LITERATURA CITADA

Alves, R.E.; Borges, M.F.; Moura, C.F.H. Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). In: Alves, R.E.; Figueiras, H.A.C.; Moura, C.F.H. Caracterização de frutos nativos da América Latina. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.23- 26.

Andrade, J.S.; Aragão, C.G.; Galeazzi, M.A.M.; Ferreira, S.A.N. Changes in the concentration of total vitamin C during

maturation and ripening of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruits cultivated in the upland of Brazilian Central Amazon. Acta Horticultura, n.370, p.177-180, 1995.

Bataglia, O.C.; Santos, W.R. Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento. Informações agronômicas, n.96, p.3-8, 2001.

Camargo, P.N.; Silva, O. Manual de adubação foliar. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola/Ed. HERBA, 2002. 256p.

Castro, A.F.; Yuyama, K. Avaliação do crescimento de mudas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), submetidas a adubação orgânica e mineral. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2004, Florianópolis. Anais. Florianópolis: SBF, 2004. Cd Rom.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 624p.

Faccini, D.E.; Puricelli, E.C.M. Comportamiento de herbicidas aplicados al follaje. Santa Fe: Facultad de Ciências Agrárias, 2005. <http://www.fcagr.unr.edu.ar>. 9 Jan. 2006.

Gavinho, C.A. Efeitos de adubação foliar na produção de frutos e ácido ascórbico em frutos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) em condições de terra firme. Manaus: INPA/UFAM. 2005. 63p. Dissertação Mestrado.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. 2007. Clima. <http://inmet.gov.br>. 02 fev. 2007.

Malavolta, E.; Pimentel-Gomes, F.; Alcarde, J.C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 2000. 150p.

Marques, M.P.; Andrade, J.S.; Souza, R.S. Processamento de frutos de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) para xarope concentrado. In: Reunião Regional da SBPC, 2005, Manaus. Resumos. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2005. CD Rom.

- Natale, W.; Coutinho, E.L.M.; Boaretto, A.E.; Centurion, J.F. Resposta da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma em formação à adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23, n.1, p.92-96, 2001.
- O' Dell, C. Foliar feeding of nutrientes. <http://www.findarticles.com.br>. 29 set. 2005.
- Oliveira, A.S.N.; Andrade, J.S.; Silveira, J.S. Elaboração de néctar de cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal) e camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). In: Reunião Regional da SBPC, 2005, Manaus. Resumos. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2005. Cd Rom.
- Ribeiro, S.I.; Mota, M.G.C.; Corrêa, M.L.P. Recomendações para o cultivo do camucamuzeiro no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 9p. (Circular Técnica, 31).
- Römhel, V.; El-Fouly, V. Foliar nutrient application: Challenges and limits in crop production. In: International Workshop on Foliar Fertilization, 2., 1999, Bangkok. Proceedings. Bangkok: Fertilizer Society of Thailand, 1999. p.10-14.
- Thomaz, M.A.A.; Viégas, I.J.M.; Silva, J.F.; Conceição, H.E.O. Efeito da omissão de macronutrientes e do micronutriente boro no crescimento, sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camu-camu. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBF, 2004. Cd Rom.
- Viégas, I.J.M.; Frazão, D.A.C.; Silva, J.F. Camucamuzeiro: nutrição, calagem e adubação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 6p. (Circular Técnica, 38).
- Villachica, H.L. El cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana. Lima: TCA/UNDP/UNAMAZ, 1996. 95p.
- Willerding, A.L.; Oliveira, L.A. Diagnóstico de um projeto de enriquecimento florestal na Comunidade do Brasileirinho, Manaus, Amazonas. *Acta Amazonica*, v.35, n.4, p.421-426, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000400006>
- Wójcik, P. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v. 12, special ed., p. 201-218, 2004.
- Yamada, T. Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. *Informações Agronômicas*, n.105, p.1-12, 2004.
- Yuyama, K.; Aguiar, J.P.L.; Yuyama, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazônica*, v. 32, n.1, p. 69-174, 2002.
- Yuyama, L.K.O.; Aguiar, J.P.L.; Yuyama, K.; Lopes, T.M.; Favaro, D. I.T.; Bergl, P.C.P.; Vasconcellos, M.B.A. Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. *Acta Amazônica*, v. 33, n.4, p. 549-554, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400002>