



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

CAMU-CAMU E ARAÇÁ-BOI: RESPOSTA À OMISSÃO DE  
NUTRIENTES E CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

DAIANA SOARES DA SILVA

MANAUS-AM  
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

DAIANA SOARES DA SILVA

CAMU-CAMU E ARAÇÁ-BOI: RESPOSTA À OMISSÃO DE  
NUTRIENTES E CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre na área de Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci  
Coorientador: Prof. Dr. Wellington Gomes da Silva

MANAUS-AM  
2014

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586c SILVA, DAIANA SOARES DA  
CAMU-CAMU E ARAÇÁ-BOI: RESPOSTA À OMISSÃO DE  
NUTRIENTES E À CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO / DAIANA  
SOARES DA SILVA. 2014  
68 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Carlos Alberto Franco Tucci  
Coorientador: Wellington Gomes da Silva  
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade  
Federal do Amazonas.

1. Nutrição Mineral. 2. Requerimentos nutricionais. 3. Fertilidade  
do Solo. 4. Calagem. 5. Camu-camu e araçá-boi. I. Tucci, Carlos  
Alberto Franco II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

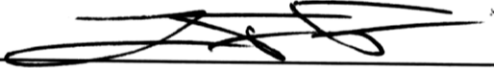
DAIANA SOARES DA SILVA

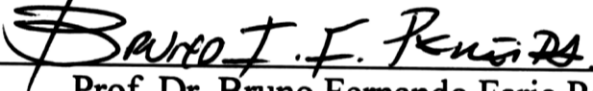
CAMU-CAMU E ARAÇÁ-BOI: RESPOSTA À OMISSÃO DE  
NUTRIENTES E À CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

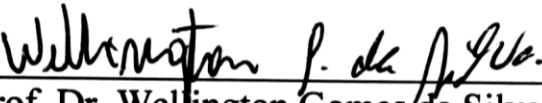
Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós Graduação em Agronomia Tropical  
da Universidade Federal do Amazonas,  
como parte do requisito para obtenção do  
título de Mestre na área de Produção  
Vegetal.

Aprovado em: 21/08/2014

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Bruno Fernando Faria Pereira, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wellington Gomes da Silva, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

## DEDICATÓRIA

*Aos meus amados pais, Doneval Luiz Soares de Brito e Maria Sebastiana da Silva pelo amor inigualável, oportunidade de estudo, formação do meu caráter e por serem os meus maiores incentivadores na luta por um futuro digno.*

*À minha querida irmã Damiana e aos meus irmãos Doneval, Davidsson, Diego, Danilo, e Dayan, pelo amor e carinho e por compartilharem comigo todos os momentos da minha vida.*

*Aos meus sobrinhos Cristian, Louise e Maria Clara e ao meu cunhado Ricardo, por proporcionarem momentos muito felizes!*

## AGRADECIMENTO

*À Deus, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.*

*À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, pela oportunidade e apoio concedidos para realização do mestrado.*

*À CAPES, pelo apoio financeiro que viabilizou parte dos meus estudos.*

*À equipe do Laboratório de solos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), pela realização de análises de micronutrientes.*

*Ao Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, meu orientador, ao qual sou muito grata pela orientação e grande ajuda durante esses anos para concretização desta pesquisa. E também por ser exemplo de referência profissional, como por ser um dos principais responsáveis em aguçar os meus anseios na busca de maior crescimento profissional desde a graduação.*

*Ao professor Dr. Wellington Gomes da Silva, meu coorientador, pela amizade e paciência nesse projeto, a amizade construída e a confiança a mim depositada, ao qual sou imensamente grata pela ajuda concedida durante a condução do experimento.*

*Ao professor Dr. Afrânio Ferreira Neves Junior, por disponibilizar laboratório e equipamentos para realização das análises.*

*Ao professor Dr. Bruno Pereira, pela contribuição nas correções desta pesquisa.*

*Ao professor Vitor Repolho, pela imensa ajuda na realização das análises laboratoriais.*

*Ao professor Dr. Kaoru Yuyama pela generosa atenção e pelo fornecimento das sementes de camu-camu e do araçá-boi.*

*Aos amigos Silvio, Tainah, Keith, Israel, Amazonino, Anselmo, Jaisson, Terezila, Benone, Douglas Jolêmia, Catiele, Iza, Aldilane, Arnon, Leandro Alho, pelo privilégio da amizade, companheirismo e pela ajuda em todos os momentos em que precisei.*

*A todos os colegas e amigos da Pós-Graduação que de alguma forma me ajudaram e pela satisfação do convívio no dia a dia.*

*Ao estudante da iniciação científica, Diego Viana, pela ajuda na condução do experimento.*

“No meio de toda dificuldade encontra-se a oportunidade.”  
Albert Einstein

## RESUMO

As culturas do camu-camu e do araçá-boi apresentam potencial para produção de matéria-prima de importância econômica no Estado do Amazonas. Porém, pouco se conhece sobre as exigências nutricionais dessas espécies. Assim, objetivou-se avaliar a resposta do camu-camu e do araçá-boi à omissão de nutrientes e correção da acidez do solo. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 15 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: completo (calagem, macro e micronutrientes), completo menos calagem e com omissão individual dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, Cl e Mo, além da testemunha (solo natural). Cada unidade experimental foi constituída por uma planta, cultivada em citropote com capacidade com 4 dm<sup>3</sup>. As duas espécies tiveram o crescimento afetado tanto pela omissão de Ca e P quanto pela acidez do solo. Entretanto o maior crescimento do camu-camu e do araçá-boi foram observados nos tratamentos completo com omissão de N e K, respectivamente.

**Palavras-chaves:** Nutrição Mineral. 2. Requerimentos nutricionais. 3. Fertilidade do Solo. 4. Calagem. 5. Camu-camu e araçá-boi.



## ABSTRACT

The cultures of camu-camu and araza have potential for production of raw materials of economic importance in the State of Amazonas. However, little is known about the nutritional requirements of these species. The objective was to evaluate the response of the camu-camu and araza the omission of nutrients and correcting soil acidity. The experiments were conducted in the greenhouse, Department of Agricultural Engineering and Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Amazonas. The experimental design was a randomized block design with 15 treatments and four replications. The treatments were: complete (liming, macro and micronutrients), complete less lime and with the omission of nutrients: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, C and Mo, and a control (native soil). Each experimental unit consisted of a plant grown in potted with capacity of 4 dm<sup>3</sup>. The two species had growth affected both by the omission of Ca and P as by soil acidity. However the biggest growth of camu-camu and araza were observed in full treatments with omission of N and K, respectively.

**Keywords:** Mineral Nutrition. 2. Nutritional requirements. 3. Soil fertility. 4. Liming. 5. Camu-camu and araza.

## LISTA DE TABELA

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabela 4.1 Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo antes (testemunha) e após (completo) a aplicação do calcário e dos tratamentos com a técnica do elemento faltante.....  | 30   |
| Tabela 4.2 Altura, diâmetro do colo (DC), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), crescimento relativo (CR) e relação parte aérea e raiz (RPAR) das mudas de camu-camu aos 150 dias após transplantio..... | 33   |
| Tabela 4.3 Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea em plantas camu-camu aos 150 dias após transplantio.....  | 36   |
| Tabela 4.4 Acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de camu-camu em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 150 dias após transplantio submetidas a diferentes condições nutricionais.....  | 38   |
| Tabela 5.1 Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo antes (testemunha) e após (completo) a aplicação do calcário e dos tratamentos com a técnica do elemento faltante.....  | 48   |
| Tabela 5.2 Altura, diâmetro do colo (DC), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), crescimento relativo (CR) e relação parte aérea e raiz (RPAR) das mudas de araçá-boi aos 120 dias após transplantio..... | 51   |
| Tabela 5.3 Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de araçá-boi aos 120 dias após transplantio.....  | 56   |
| Tabela 5.4 Acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de araçá-boi em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 120 dias após transplantio submetidas a diferentes condições nutricionais.....  | 58   |

## SUMÁRIO

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>1 INTRODUCAO GERAL.....</b>  | 11   |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>   | 13   |
| 2.1 Geral.....  | 13   |
| 2.2 Específico.....   | 13   |
| <b>3 REVISAO DE LITERATURA.....</b>   | 14   |
| 3.1 Camu-camu.....  | 14   |
| 3.2 Araçá-boi.....  | 16   |
| 3.3 Características dos solos da Amazônia.....  | 16   |
| 3.4 Efeito da acidez do solo e calagem para as plantas.....   | 18   |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....</b>  | 20   |
| <b>4 CAPÍTULO I- CRESCIMENTO INICIAL DE CAMU-CAMU EM<br/>RESPOSTA A OMISSAO DE NUTRIENTE E A CORREÇÃO DA<br/>ACIDEZ DO SOLO</b> |      |
| 4.1 Introdução.....   | 28   |
| 4.2 Material e método.....  | 29   |
| 4.3 Resultado e discussão.....  | 33   |
| 4.4 Conclusão.....  | 39   |
| <b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>  | 40   |
| <b>5 CAPÍTULO I- CRESCIMENTO INICIAL DE ARAÇÁ-BOI EM<br/>RESPOSTA A OMISSAO DE NUTRIENTE E A CORREÇÃO DA<br/>ACIDEZ DO SOLO</b> |      |
| 5.1 Introdução.....   | 46   |
| 5.2 Material e método.....  | 47   |
| 5.3 Resultado e discussão.....  | 51   |
| 5.4 Conclusão.....  | 59   |
| <b>REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....</b>  | 61   |
| <b>APENDICE.....</b>  | 64   |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A região Amazônica possui uma enorme diversidade de plantas que são fontes de diversos compostos bioativos com elevado potencial de utilização pelas indústrias alimentícias e farmacêuticas (AKATER et al., 2011), e dentre estas espécies destacam-se as frutíferas camu-camu e araçá-boi.

O camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] é uma espécie de origem Amazônica (SILVA, 2001), que apresenta elevado teor de ácido ascórbico (vitamina C) em seu fruto (SILVA et al., 2012), com valores de até 6.112 mg 100 ml<sup>-1</sup> de polpa (YUYAMA et al., 2002), superior à laranja e à acerola (VIÉGAS, 2004). Além disso, apresenta compostos fenólicos (antocianinas, carotenoides e flavonoides) e elevada capacidade antioxidantes (CHIRINOS et al., 2010), que atuam na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares e o câncer (GENOVESE et al., 2008; AKTER et al., 2011).

O araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), também é uma espécie de origem Amazônica (GENTIL e FERREIRA, 2000). Sua importância econômica está relacionada ao alto teor de vitamina C, proteínas, carboidratos, fibras e sais minerais (FERREIRA e GENTIL, 1999), além de substâncias como flavonóide e vitamina C com qualidades terapêuticas (CALVALCANTE, 1996).

Os solos de terra firme da Amazônia (Latosolos e Argissolos) são considerados em sua maioria de baixa fertilidade e acidez elevada, características que limitam seus usos na agricultura regional (EMBRAPA, 1997). O baixo teor de nutrientes na maioria dos solos dessa região é um dos principais fatores que assume a maior importância na produção embora haja um limite em relação ao aumento da produtividade das plantas. Apesar de se conhecer a importância da correção e adubação do solo, há escassez de estudos nutricionais sobre o desenvolvimento do camu-camu e do araçá-boi. Dessa forma, há necessidade de se conhecer as necessidades das culturas, através de estudo relacionados à fertilidade do solo e a nutrição mineral das plantas.

Segundo Moretti et al. (2011), uma maneira rápida e econômica de obter conhecimentos sobre as exigências nutricionais das culturas, é através da técnica do elemento faltante. Com esta técnica é possível identificar os nutrientes mais limitantes ao crescimento, desenvolvimento e a produtividade da cultura (CHAMINADE, 1972).

Salvador et al. (1998) trabalhando com a goiabeira (*Psidium guajava*) em solução nutritiva, constataram que a planta foi mais afetada pela omissão dos elementos N, P e K. Viégas et al. (2004), avaliando a limitação nutricional do camu-camu, também em solução

nutritiva, observaram que a omissão de N, K e B foram os mais limitantes para a produção da matéria seca total. Fernandes et al. (2000), utilizando a mesma técnica, constataram que o N, P e Mg foram os que mais restringiram a produção da matéria seca total da aceroleira cultivada sob solução nutritiva. Esses resultados demonstram que cada espécie pode apresentar alternância na sequência dos nutrientes mais limitantes.

Em relação à calagem, Macedo e Teixeira (2012) concluíram que a adição de calcário e fósforo ao substrato influenciou fortemente o crescimento, a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes nas mudas de araçá-boi. Melo et al. (1981) verificaram que a obtenção de mudas de boa qualidade somente é possível se as limitações químicas do solo forem corrigidas. Isso reforça a importância da calagem no desenvolvimento das plantas, principalmente em solos ácidos de baixa fertilidade.

Todos esses estudos levaram à investigação da necessidade da questão dos requerimentos nutricionais para melhor desenvolvimento da produção do camu-camu e do araçá-boi.

A realização desta pesquisa poderá se tornar útil para a ampliação dos conhecimentos sobre os requerimentos nutricionais do camu-camu e do araçá-boi, contribuindo com uma base para cultivos comerciais, gerando mais um aporte econômico para o Estado do Amazonas. Pois, atualmente, a exploração de ambas as culturas restringe-se ao extrativismo. Em função disso, objetivou-se avaliar o efeito da omissão de nutrientes e a correção da acidez do solo sob as características de crescimento das plantas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Estudar o crescimento e a absorção de nutrientes pelas plantas de araçá-boi e camu-camu sob a omissão de nutrientes e correção da acidez do solo.

### **2.2 Específicos**

- a) Medir e avaliar o crescimento das plantas;
- b) Identificar a ordem de limitação ao crescimento das plantas de camu-camu e araçá-boi;
- c) Determinar o acúmulo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Camu-camu

O camu-camu, também conhecido como caçari e araçá d'água, é uma espécie nativa da Amazônia, pertencente à divisão das Espermatófitas, subdivisão Angiospermas, classe Dicotiledônea, ordem Myrtales, família da Myrtaceae e o gênero *Myrciaria* (ZANATTA, 2004).

O fruto do camu-camu é globoso, de superfície lisa e brilhante, de cor avermelhada escura até negra púrpura ao amadurecer, podendo ter de 1,2 a 3,8 cm de diâmetro, possuindo de 1 a 4 sementes por fruto (YUYAMA, 2011). A planta apresenta porte arbustivo, com altura de 3 a 8 metros de altura, é encontrada na estação chuvosa, parcialmente ou totalmente submersas, sendo tolerante a inundação, podendo permanecer debaixo d'água durante um período de 4 a 5 meses.

A distribuição geográfica do camu-camu estende-se desde os Estados do Pará (SMIDERLE e SOUSA, 2008), Amazonas, Rondônia, Roraima, Mato Grosso (MAUÉS e COUTURIER, 2002), até os solos férteis do Peru, às margens dos rios, lagos, região de várzea e igapó (SILVA et al., 2012). Sua adaptação vai desde os solos de terra firme, solos arenosos e de baixa fertilidade até os solos férteis da várzea da região Amazônica (SILVA, 2009).

A cultura do camu-camu é de clima tropical quente úmido, onde a temperatura média oscila entre 22 a 28 °C, e umidade relativa (UR) de 70 a 95% (ARRUDA et al., 2011), com precipitação anual de 1500 a 3000 mm (CLAY et al., 1999).

No Estado do Amazonas o camu-camu é encontrado no município de Manacapuru às Manaus (SMIDERLE e SOUSA, 2008), Atalaia do Norte e São Paulo de Olivença, e Uatumã (VILLACHICA, 1996).

Em condições naturais, o camu-camu cresce principalmente nos solos aluviais de textura argilosa limosa e pH de 5,0 a 6,5. Adapta-se razoavelmente bem a solos pobres e ácidos da terra firme de Iquitos e Manaus (CHAVEZ, 1988).

O camu-camu apresenta um bom desempenho em solos arenosos, contudo, um melhor desenvolvimento pode ser encontrado em solos aluviais de alta fertilidade e boa retenção de água (SILVA, 2009). No Brasil, o camu-camu está sendo domesticado em solos de terra firme (YUYAMA, 2002). Esses solos apresentam acidez elevada, e a baixa fertilidade do solo tem baixo potencial de resposta ao fornecimento de nutrientes (SILVA, 2009), podendo representar um fator limitante para que a espécie expresse todo seu potencial produtivo. Seu cultivo em terra-firme apresenta algumas vantagens em relação às plantas nativas, pois o

período reprodutivo estende-se ao longo dos anos e a colheita é feita nas épocas de maior concentração de C (YUYAMA, 2011).

Sua importância socioeconômica reside no fruto, pois é considerado portador da maior fonte natural conhecida de ácido ascórbico (VIÉGA, 2004), com valores de até  $6.112\text{mg}\cdot 100\text{ml}^{-1}$  de poupa fresca (YUYAMA et al., 2002), com grande potencial como fonte de antioxidante natural (RUFINO et al., 2011). O alto teor de vitamina C presente na polpa do fruto do camu-camu é superior ao da acerola, caju, goiaba-branca e laranja, com 1.790, 220, 80 e 59  $\text{mg}\ 100\text{g}^{-1}$  de polpa, respectivamente (VIÉGAS, et al., 2004). Com a presença de concentrações consideráveis de compostos fenólicos (CHIRINOS et al., 2010), faz-se adentrar no mercado de alimentos funcionais. Além de melhorar a dieta da população, também contribui para aumento da renda das comunidades nativas (ZAMUDIO, 2007). Segundo Peters et al., (1987) é uma excelente alternativa econômica e ecológica por não envolver alto custo de produção no cultivo e pelo fato dos frutos possuírem as sementes necessárias para novas produções.

Apesar do potencial funcional do camu-camu, este ainda é pouco cultivado em pomares domésticos e comerciais, principalmente na região Amazônica, onde também é encontrado em estado silvestre, sobretudo em áreas alagadas, com metade inferior do caule submersa em água (VIÉGAS et al., 2004).

No Estado do Amazonas, a produção restringe-se ao extrativismo, e a comercialização do fruto do camu-camu é realizada em feiras das cidades, a grande parte em forma de polpa congelada. É um fruto pouco conhecido no país, porém, muito apreciado internacionalmente (YUYAMA, 2011).

Em Barcelos, interior do Estado do Amazonas, o fruto já vem sendo bastante comercializado através de uma cooperativa. Em 2009 essa cooperativa coletou em torno 35 toneladas do fruto (INPA, 2011).

Em São Sebastião do Utumã, na unidade de produção familiar, com uma área de 1,5 hectares são cultivadas cerca de 600 plantas de camu-camu, onde é possível colher uma produção em torno de 12 kg do fruto por planta, o qual já tem destino certo, é comercializada no mercado local e excedente exportado para capital do Estado (IDAM, 2013).



### 3.2 Araçá-boi

O araçá-boi é uma espécie nativa da Amazônia, pertencente à divisão das Espermatófitas, subdivisão Angiospermas, classe Dicotiledônea, ordem Myrtales, família da Myrtaceae e o gênero *Eugenia*, originária da Amazônia Ocidental Peruana, usualmente cultivada em pequena escala no Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Brasil (CHÁVES e CLEMENT, 1984).

O fruto é uma baga globosa, com casca fina, cor amarela-canário quando maduro, e aveludada, pesando de 30 a 800g, apresentando formato arredondado ou achatado com diâmetro longitudinal de 5 a 10 cm e transversal de 5 a 12 cm (SACRAMENTO et al., 2008).

A planta é um arbusto que alcança de 3 a 5 metros de altura e ramificação densa. Encontra-se bem adaptada às condições da região tropical, tem um bom desenvolvimento e potencial econômico por crescer relativamente bem em solos de baixa fertilidade e acidez elevada, com pH acima de 4,0 (CAVALCANTE, 1996; ACEVEDO et al., 1998).

Os solos onde o araçá-boi ocorre são principalmente os Latossolos e os Argissolos-arenosos e de textura média, profundos e bem drenados (CLEMENT e CHÁVEZ, 1983; SOARES, 2009). Porém, ele cresce bem em qualquer tipo de solo de terra firme, ocorrendo naturalmente nas zonas rurais dos Estados de Roraima, Amazonas e Pará. Segundo Revilla (2002), o araçá-boi pode ser cultivado em zonas com temperatura em torno de 18 a 30 °C e com chuvas entre 1500 e 4000 mm ano<sup>-1</sup>.

Sua importância econômica reside nos frutos com elevado teor de vitamina C, carboidratos, fibras, água, proteínas e sais minerais (FERREIRA e GENTIL, 1999); elevada percentagem de polpa do fruto (GENTIL e CLEMENT, 1996); além de apresentar reconhecido valor nutritivo e qualidades terapêuticas (CALVALCANTE, 1991). Esses fatores têm despertado o interesse das indústrias para fabricação de sucos, sorvetes, creme, geleia e licor (FERREIRA e GENTIL, 1999), apresentando-se com grande potencial de aproveitamento agroindustrial, por apresentarem boas características físico-químicas e atributos sensoriais de boa aceitabilidade (SOUZA FILHO et al., 2002).

### 3.3 Características dos solos da Amazônia

Segundo Yuyama (2011), nos solos de terra firme, onde os nutrientes e a água podem ser controlados, o camucamuzeiro pode produzir mais de duas safras anuais, como acontece com outras espécies de Myrtaceae, como: jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), acerola (*Malpighia glabra*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*).

Nos solos onde ocorrem os cultivos comerciais da região Amazônica, esses frutos possuem fortes carências nutricionais, mais especificamente de N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu e Zn (FALCÃO e SILVA, 2004), sendo um fator limitante para as culturas nesta região. Diante disso, vale salientar que a deficiência desses nutrientes causa desordens metabólicas que se manifestam em sintomas visíveis de deficiência, e a níveis celulares que, conseqüentemente, afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas como um todo (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Os solos de terra firme da Região Amazônica apresentam fortes limitações nutricionais ao crescimento das culturas, devido aos altos teores de óxido de ferro e alumínio, argila 1:1 com baixos valores de saturação por bases e CTC, sendo cerca de 70% destes solos caracterizados como ácidos (SILVA, 2006), com pH variando de 4,0 a 5,4, com baixos teores de Ca, Mg, K e P (FALCÃO e SILVA, 2004).

Nestas condições o uso da técnica do elemento faltante é de fundamental importância para estudar a fertilidade de um solo, fornecendo uma ideia qualitativa e semiquantitativa das necessidades de adubos e corretivos, insumos fundamentais para o aumento da produtividade das culturas (VITTI, 1987).

Quanto às características mineralógicas e químicas dos solos (de terra firme ou várzea) da Amazônia são, em grande parte, ditadas pela natureza do material de origem, onde há influência atual (planícies aluviais) ou pretéritas (terraços e baixos planaltos das bacias do Acre e do Alto Amazonas) de sedimentos Andinos; ou, ainda, onde afloram rochas de riquezas em bases (calcários e margas em Monte Alegre-Ererê; basalto e diabásios em Roraima, Pará e Amapá (LIMA et al, 2006).

Os solos de terra firme da região Amazônica são representados pelos Latossolos e Argissolos, são solos profundos, com excelentes propriedades físicas, textura que varia de média a muito argilosa, normalmente bem drenados, com acidez elevada e fertilidade natural muito baixa (PIGNATARO NETTO, 2008).

A baixa fertilidade destes solos constitui, segundo Paiva e Gomes (2000), talvez o fator de maior limitação regional de desenvolvimento das plantas. Devido a essas características, segundo Sousa et al. (2001), o fósforo (P) é o elemento mais limitante, seguido do potássio (K) e nitrogênio (N), o que torna imprescindível a aplicação de fertilizantes minerais durante os estádios iniciais de crescimento e desenvolvimento da planta; após este período, as aplicações subsequentes não têm o mesmo efeito que o verificado em plantas adubadas apropriadamente desde o início de sua formação (MORIN, 1967).

### 3.4 Efeito da acidez do solo e calagem para as plantas

As características físicas e químicas do solo estão entre os principais fatores que condicionam o desenvolvimento da planta e, no caso dos solos da região Amazônica, a acidez em níveis de elevada e baixa disponibilidade em nutrientes são características comuns aos solos de terra firme dessa região. Segundo Falcão e Silva (2004), grande parte dos solos tropicais apresentam alta concentração de Al e baixos teores de Ca, Mg, K, P e pH baixo (4,0 a 5,4).

Para fins práticos, a faixa de pH entre 6,0 e 6,5 é considerada a mais adequada para a maioria das culturas; porém, no Brasil, em geral, considera-se ideal para maioria das nossas culturas entre 5,7 a 6,0 (NOVAIS et al., 2007). Em valores muito baixo ou muito alto de pH, as plantas morrem ou apresentam acentuada diminuição no crescimento (SOUSA et al., 2007).

Plantas que se desenvolvem nesse ambiente geralmente são adaptadas a essas condições, desenvolvendo-se mesmo sob tais limitações. No entanto, quando se pretende intensificar o cultivo de determinadas espécies é fundamental reduzir as limitações químicas (SILVA et al. 2007).

Uma das técnicas utilizada para esta finalidade para reduzir a acidez do solo é a calagem, principalmente em solos tropicais que geralmente são ácidos. Esta apresenta baixa relação custo/benefício em diversas espécies estudadas. Entretanto a aplicação de calcário reduz a acidez do solo, a concentração de alumínio e manganês, e aumenta a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiota do solo (ROQUE et al., 2004). Além de promover o crescimento das plantas com maior rapidez, aumentando o índice de estabelecimento das mudas no campo (SILVA et al., 2007).

A eficiência da prática da calagem pode ainda ser mais representativa quando combinada com a fertilização mineral dos solos; esta combinação pode elevar a capacidade produtiva de áreas agrícolas e também de áreas florestais, suprindo as deficiências minerais da planta (BARROS, 2001). Segundo Prado (2003), esses efeitos combinados resultam na adequada nutrição da planta, maior crescimento radicular e da parte aérea, e, conseqüentemente, maior produção.

Na implantação das culturas é importante conhecer a quantidade de corretivo bem como dos nutrientes que será aplicada no solo, de maneira a proporcionar um melhor desenvolvimento das plantas (TUCCI, 1996). O uso de corretivos em solos ácidos e a fertilização de solos com baixas disponibilidades de nutrientes vêm proporcionando um bom

desenvolvimento das plantas, pois melhoram a fertilidade natural do solo o que torna a prática economicamente rentável se manejada corretamente.

Pesquisas sobre efeitos da calagem têm apresentado resultados positivos em solos da região com espécies frutíferas, como o realizado por Macedo e Teixeira (2008) com a cultura do araçá, e de Ayres e Alfaia (2007) com a cultura do cupuaçuzeiro, bem como em relação às espécies florestais (TUCCI et al. 2010; SILVA et al., 2007), quando foram avaliados os efeitos dessa prática sobre a altura, o diâmetro e a matéria seca dessas culturas (TUCCI et al., 2004). Esses resultados positivos foram comprovados por vários trabalhos conduzidos em diferentes regiões do Brasil, quando foi demonstrado que a acidez do solo é um fator limitante para a produção das culturas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACEVEDO, C. J. E.; PELÁEZ, J. J. Z.; GUZMÁN, C. A. C.; CENÓN, E. H. R. **El cultivo del araza (*Eugenia stipitata* McVaugh)**. Florencia-Cagueta: CORPOICA, il, 1998. 11 p.

AKTER, M. S.; OH, S.; EUN, JONG. B.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciariadubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, n. 7. p. 1728–1732, 2011.

ARRUDA, A. da. S.; LIMA, R. G. de.; SILVA, R. M. da.; PEIXOTO, N. Desenvolvimento do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) em diferentes substratos nas condições de Ipameri-Go. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n. 12. p 1-7, 2011.

AYRES, M. I. C.; ALFAIA, S. S.; Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 957-963, 2007.

BARROS, J. G. **Adubação e calagem para formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. 2001. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2001.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 6. ed, 1996. 279 p.

CHAMINADE, R. Recher chessur fertilitéet La fertilisation dès sols dansles regions tropicales. **Agronomie**, v. 27, n. 9, p. 8891-8904, 1972.

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D. Antioxidant compounds and antioxidante capacity of Peruvian camu-camu [*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh] fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, v. 120, n. 4, p. 1019-1024, 2010.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica: Exemplos e Estratégias de Utilização**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Amazonas (SEBRAE), Amazonas. 1999, 409 p.

CLEMENT, C. R.; CHÁVEZ, W. B. F. **Considerações sobre o araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh, Myrtaceae) na Amazônia brasileira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1983. v. 7, p. 167-177, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 403 p.

FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. da. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Revista Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p. 337-342, 2004.

FERNANDES, A. A.; SILVA, G. D. ; MARTINEZ, H. E. P.; BRUCKNER. Sintomas de deficiência minerais e quantificação de macronutrientes em mudas de aceroleira. **Ceres**, v. 47, n. 274, p. 639-650, 2000.

FERREIRA, S. A. N; GENTIL, D. F. O. **Araza (*Eugenia stipitata*) cultivo y utilizacion (Manual Técnico)**. Ministerio de Cooperacion Tecnica del Reino de Los Paisos Bajos – Tratado de Cooperacion Amazonica – Secretaria Pro-Tempore – Venezuela, 92 p. 1999.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. S.; GONÇALVES, A. E.S.S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidante capacity of exotic fruits and comercial frozen pulps from Brazil. **Food Scienceand Technology internacional**, v. 14, n 3, p. 207-214. 2008.

GENTIL, D. F. O.; CLEMENT, C. R. The araza (*Eugenia stipitata*): results directions. **Interamerican Society For Tropical Horticulture**, Curitiba, p. 83-89, 1996.

GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Tolerância à dessecação e viabilidade de sementes de camu-camu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 264-267, 2000.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUARIO DO ESTADO DO AMAZONAS – IDAM. **Ação de atendimento agrícola e social beneficia famílias rurais de Barcelos**. 2013. Acesso em 20 de novembro de 2014 > <http://www.idam.am.gov.br/acao-de-atendimento-agricola-e-social-atende-familias-rurais-de-barcelos>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA (INPA). Ciências para todos. **Revista de divulgação científica do (INPA)**, nº 07, ano 3. INPA, 2011.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V. de.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do alto Solimões, Amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 59-68, 2006.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. de O.; PAULINO, M. A. de. O.; SILVEIRA, H. R. de O.; FERNANDES, L. A. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pinhão-manso. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p 174-179, 2011.

MAUÉS, M. M E COUTURIER, G.; Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 441-448, 2002.

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 4, p. 405-412, 2012.

MELO JT; LIMA VLGF; RIBEIRO JF. 1981. **Desenvolvimento inicial de *Astronium urundeuva* Fr. All. Engl. (aroeira) em diferentes tipos de solo da região dos Cerrados**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32. 1981, Teresina. Anais... Teresina: SBB. p. 283-298.

MORIN, C. El papayo. In: **Cultivo de frutales tropicales**. 2. ed. Lima: ABC, 1967, p. 231-238.

MORETTI, B. S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, v.17, n. 4, p. 453-463, 2011.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 134-177.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. 2000. **Viveiros florestais (Cadernos didáticos)**. 2. ed Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 69p.

PETERS, C. M.; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. Producción de frutos em poblaciones naturales. **Acta Amazônica**, v. 16/17, p. 161-174, 1986/1987.

PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociências**, v. 9, n. 3, p. 7-16, 2003.

PRADO, K. L. L. **Microrganismos produtores de amilase, celulase, Fosfatase, lipase, protease e urease nos solos Amazônicos do ramal do brasileiro (Manaus) e de Urucu (coari)**. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais)- Escola Superior de Ciência da Saúde, Universidade Estadual do Amazonas, Manaus, 2009.

PIGNATARO NETO, I. T. **Qualidades física de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagens com diferentes períodos de uso**. 2008, 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008.

ROQUE, C. G.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 485-490, 2004.

REVILLA, J. **Plantas Úteis da Bacia Amazônica**. Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 2002. 416 p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E. FERNANDES, F. A. N.; BRITO, E, S. Free radical scavenging behavior of 10 exotic tropical fruit extracts; **Food Research International**, v. 44, p. 2072–2075, 2011.

SACRAMENTO, C. K.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Araçá-boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 2, p. 22-24, 2008.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A. ; MURAOKA, T. Deficiência nutricional em mudas de goiabeira decorrente da omissão simultânea de dois macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 10, p. 1623-1631, 1998.

SILVA, M. L. **Avaliação da produção de mudas de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh] por meio de estacas de diferentes diâmetros submetidos a concentrações do ácido naftaleno acético**. 2001. 60 p. (Dissertação de mestrado)- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), 2001.

SILVA, R de N. P. da. **Crescimento e sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de curauá** (*Ananas erectifolius* L B Smith). 2006. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SILVA, A. R. M.; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; FIGUEIREDO, A. F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p.195-200, 2007.

SILVA, E. de. B.; FARNEZI, M. M. de. M. Limitações nutricionais para o crescimento de mudas de graviola em casa de vegetação em Latossolo Vermelho distrófico do norte de minas gerais. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 52-58, 2009.

SILVA, F. W. C. da. **Efeito de fitorreguladores e de substratos na propagação vegetativa de camu-camu, por meio de estacas**. 2009. p. 64. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Roraima, Roraima, 2009.

SILVA, F. C. da.; ARRUDA, A.; LEDEL, A.; DAUTH, C.; ROMÃO, N. F.; VIANA, R. N.; FERRAZ, A. de. B. F.; PICADA, J. N.; PEREIRA, P. Antigenotoxic effect of acute, subacute and chronic treatments with Amazonian camu-camu (*Myrciariadubia*) juice on mice blood cells. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 2275-2281, 2012.

SILVA, J. T. A. da; PEREIRA, R. D.; RODRIGUES, M. G. V. Adubação da bananeira 'Prata Anã' com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1314-1320, 2012.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. de. C. P. de. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agroambiente**, v. 2, n. 2, p. 61-63, 2008.

SOARES, E. C. **Caracterização de aditivos para secagem de aração-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) em leite de espuma**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Engenharia de Processos de Alimentos, Universidade Estadual do Suldeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

SOUSA, M. M. M.; LÉDO, F. J. S.; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3. p. 405-409, 2001.

SOUZA FILHO, M.S.M.; LIMA, J.R.; NASSU, R.T.; BORGES, M.F. Avaliação Físico-química e Sensorial de Néctares de Frutas Nativas da Região Norte e Nordeste do Brasil: Estudo Exploratório. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p.139-143, 2002.

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



TUCCI, C. A. F. 1996. **Estimativa da necessidade de calagem para solos da Amazônia.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 46p.

TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; FREITAS, R. O. de. Adubação e calagem para a formação de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista de Ciências Agrária e Ambiente da UFAM**, v. 11, n. 2 /2, 2004.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; GAMA, A. S.; COSTA, H. S.; SOUZA, P. A. Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 543-548, 2010.

VIÉGAS, I. de. J. M.; THOMÁS, M. M.; SILVA, da. F. J.; CONCEIÇÃO, da O. E. H.; Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VILLACHICA, H.L. **El cultivo del camu-camu [*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh] en la Amazonia peruana.** Mirigraf, Lima. 1996.

VITTI, G. C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: VITTI, G. C. **Curso de atualização em fertilidade do solo.** São Paulo: Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 303-348.

YUYAMA, K.; MENDES, N. B.; VALENTE, J. P. Longevidade de sementes da camu-camu submetida a diferentes ambientes e formas de conservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 601-607, 2011.

YUYAMA, K. **Livro de resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida (PPDs).** Domesticação de germoplasma de camu-camu [*Myrciaria dúbia* (H. B. K.) Mc Vaugh]. Manaus: INPA, p. 149-153. 2002.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Revista Acta Amazônica**, v. 32, n. 1, p.169-174, 2002.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização de vitamina C de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mc Vaugh] em diferentes estágios de maturação do banco ativo de germoplasma de EMBRAPA.** 2007. 104 p. (Monografia). Universidade Federal de Brasília, 2007.

ZANATTA, C. F. **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dúbia*).** Campinas, 2004. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

**4 CAPITULO I:**  
**CAMU-CAMU: RESPOSTA À OMISSÃO DE NUTRIENTES E CORREÇÃO DA**  
**ACIDEZ DO SOLO**

## RESUMO

O camu-camu é uma das frutas que apresentam elevado teores de ácido ascórbico (vitamina C). Porém, suas pesquisas ainda são escassas, sendo necessária a ampliação do conhecimento científico e tecnológico que efetive estudos sistemáticos e consistentes nos diversos campos do conhecimento, e dentre estes, aqueles relativo à nutrição mineral. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o requerimento nutricional do camu-camu em um Latossolo Amarelo distrófico, através da técnica do elemento faltante e a calagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e 15 tratamentos: tratamento completo, omissão da calagem, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, Cl e Mo, e a testemunha (solo natural). As características avaliadas foram: altura, diâmetro do colo, matéria seca da folha, do caule, da parte aérea, da raiz e total, crescimento relativo, relação parte aérea e raiz, e acúmulo de nutrientes da matéria seca da parte aérea. Verificou-se a necessidade da calagem e da adubação para solos ácidos e de baixa fertilidade natural, quando se compara o tratamento completo com a testemunha. O Ca e o P foram os nutrientes mais limitante, enquanto que o tratamento com omissão de N foi o que menos reduziu o crescimento das mudas. Com base na matéria seca da parte aérea, o requerimento nutricional do camu-camu obedeceu à seguinte ordem decrescente: Ca > P > S > Cl > Cu > Mg > Zn > K > B > Mn > Mo > N.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo. Calagem e adubação. Técnica do elemento faltante. *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh.

## ABSTRACT

The camu-camu is one of the fruits that have higher ascorbic acid content (vitamin C). However, its researches are still scarce, requiring the expansion of scientific and technological knowledge that perform systematic and consistent studies in various fields of knowledge, and of these, those relating to mineral nutrition. The objective of this study was to evaluate the nutritional requirement of camu-camu in a Latosol Yellow by the missing element technique and liming. The experimental design was a randomized block with four replications and 15 treatments: complete treatment, omission of liming, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, C, Mo, and a control (native soil). The characteristics evaluated were: height, diameter of the girth, dry weight of leaf, stem, aerial part, root and total for growth, shoot ratio and root, and dry matter of shoot nutrient content. It was the need of liming and fertilization to acid soils and low fertility when comparing the full treatment with the witness. Ca and P were the most limiting nutrients, whereas treatment with the omission of N was reduced to less seedling growth. Based on dry matter of shoots, the nutritional requirement of camu-camu decreased in the following order: Ca > P > S > Cl > Cu > Mg > Zn > K > B > Mn > Mo > N.

**Keywords:** Soil fertility. Liming and fertilization. Missing element technique. *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética do mundo, onde se destacam as fruteiras silvestres. Entretanto, muito pouco se conhece sobre a maioria dessas espécies (GOEDERT, 2007).

O camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] pertence à família Myrtaceae, encontrada às margens dos rios, lagos e região de várzea e igapó (SILVA, 2001). Sua distribuição geográfica estende-se desde o estado do Pará até o Peru. No estado do Amazonas, é encontrado em Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro e em Roraima nas margens de lagos naturais junto ao rio Cauamé (SMIRDELE e SOUSA, 2008). Mas a falta de estudo e informações tem restringido a produção em grande escala de várias culturas, assim como, a cultura do camu-camu, a qual é ainda é pouco cultivada na região por falta de estudo sobre a espécie, principalmente quanto as suas exigências nutricionais.

Os solos de terra firme da região Amazônica são representados principalmente pelos Argissolos e Latossolos, apresentam boas propriedades físicas, porém, pobre quimicamente (PIGNATARO NETTO, 2008). Segundo Paiva e Gomes (2000), a baixa fertilidade desse solo constitui talvez o fator de maior limitação regional de desenvolvimento da planta. Devido a essas características, Souza et al. (2001) afirmam que o P é o elemento mais limitante, seguido do K e N, tornando-se indispensável a incorporação de fertilizante minerais durante o estágio de crescimento e desenvolvimento das culturas (MORIN, 1967). Dessa forma, se faz necessária à redução das limitações químicas, principalmente quando se pretende intensificar o cultivo de determinadas espécies (SILVA et al. 2007).

Antes da incorporação de fertilizante no solo, a calagem é uma prática fundamental, principalmente em solos tropicais onde geralmente os solos são ácidos, já que a aplicação de calcário eleva o pH, reduz a concentração de  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ , além de aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas (ROQUE et al., 2004), promovendo dessa forma um melhor desenvolvimento das plantas em um menor período de tempo, aumentando o índice de estabelecimento das mudas no campo (SILVA et al. 2007).

As recomendações de adubação devem ser determinadas em nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, envolvendo experimentação, que devem ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade do solo e de resposta às adubações (GONÇALVES, 2004).

Segundo MAIA et al. (2011), o conhecimento sobre as exigências nutricionais das plantas é de suma importância para a identificação e correção de deficiências, possibilitando dessa maneira intervenções corretas de fertilizantes a serem utilizados. Para isso deve-se ter o conhecimento, uso e aprimoramento das técnicas de levantamento e diagnose da avaliação da fertilidade do solo (OLIVEIRA et al., 2007).

A técnica elemento faltante tem por princípio comparar o desenvolvimento de plantas submetidas a um tratamento completo (contendo todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento) com tratamentos cuja adubação se omitiu um nutriente essencial de cada vez. De tal comparação, obtém-se a informação se o solo é deficiente ou não em um ou mais dos elementos avaliados (LOPES, 1989).

Dentre os fatores que comprometem a produção, os que geralmente assumem a maior importância e que mais limitam o aumento de produtividade das plantas são os fatores nutricionais. O fornecimento de nutrientes para as plantas através da adubação vem crescendo no Brasil, assim como em outros lugares do mundo. No entanto, para obter-se sucesso na produção é necessário saber que nutriente aplicar, a dosagem a ser utilizada, que deve ser de acordo com a necessidade das plantas e a época de aplicação dos nutrientes (MALAVOLTA et al., 1989).

A realização desta pesquisa contribuirá para a ampliação dos conhecimentos sobre os requerimentos nutricionais do camu-camu, constituindo uma base para implantação de um cultivo para fins comerciais e gerando mais um aporte econômico para a região.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de condução do estudo e da coleta do solo**

O experimento foi instalado em casa de vegetação, do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no período de junho de 2012 a outubro 2013.

Como substrato foi utilizada amostra de um Latossolo Amarelo de baixa fertilidade, retirada da camada subsuperficial (20-40 cm), de textura argilosa, coletado no setor Sul do Campus da UFAM (mini campus), situado entre os paralelos “03° 06’ 04” de latitude sul e 59° 58’ 34” de longitude oeste e a 268 m de altitude.

### **Caracterização granulométrica e química do solo**

Antes da instalação do experimento, a amostra usada como substrato foi destorroada, homogeneizada, seca ao ar, passada em peneira de 4 mm de abertura. Subamostra foi coletada, passada em peneiras de 2 mm e encaminhada ao Laboratório de Solo da UFAM para análises químicas (Tabela 4.1), de acordo com a EMBRAPA (2009).

Tabela 4.1. Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo antes (testemunha) e após (completo) a aplicação do calcário e dos tratamentos com a técnica do elemento faltante.

| Características  | Substrato antes da correção | Tratamento completo |
|--|-----------------------------|---------------------|
| pH (H <sub>2</sub> O)                                    | 4,3                         | 5,2                 |
| P - Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )                     | 1,5                         | 35,8                |
| K (mg dm <sup>-3</sup> )                                 | 8,0                         | 66,0                |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 0,1                         | 3,85                |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 0,1                         | 1,00                |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 1,4                         | 0,15                |
| H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )               | 7,9                         | 4,29                |
| V (%)  | 2,7                         | 54,0                |
| m (%)  | 86,4                        | 2,9                 |
| S – SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg dm <sup>-3</sup> ) | 59,4                        | 21,0                |
| B (mg dm <sup>-3</sup> )                                 | 0,20                        | 0,26                |
| Cu (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,20                        | 0,12                |
| Fe (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 220,30                      | 4,46                |
| Mn (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,20                        | 0,40                |
| Zn (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,10                        | 0,55                |
| Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )                 | 1,2                         | 1,2                 |
| Areia (dag kg <sup>-1</sup> )                            | 30,0                        | 30,0                |
| Silte (dag kg <sup>-1</sup> )                            | 30,0                        | 30,0                |
| Argila (dag kg <sup>-1</sup> )                           | 40,0                        | 40,0                |

pH (H<sub>2</sub>O) – Relação solo-água 1:2,5; P, K e Zn – Extrator Mehlich-1; S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – Extrator fosfato diácido de cálcio (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>); Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; B- água quente e MO - Teor de matéria orgânica determinado pelo método da oxidação do carbono por dicromato de potássio em meio ácido multiplicado por 1,724.

### **Delineamento e condução do experimento**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 15 tratamentos e quatro repetições, utilizando-se a técnica do elemento faltante. Cada unidade experimental foi composta por uma planta. Como recipientes foram utilizados citropotes plásticos com 4 dm<sup>3</sup> de solo.

Durante a condução do experimento a umidade foi mantida em 30% do peso (FREIRE et al., 1980) através da pesagem dos vasos e adição de água deionizada. Visando eliminar possíveis interferências ambientais durante a condução do estudo, foram feitos rodízios semanais com tubetes.

Os tratamentos avaliados foram: T<sub>1</sub> – Completo (calagem, macro e micronutrientes); T<sub>2</sub> – omissão da calagem; T<sub>3</sub> – omissão de N; T<sub>4</sub> – omissão de P; T<sub>5</sub> – omissão de K; T<sub>6</sub> – omissão de Ca; T<sub>7</sub> – omissão de Mg; T<sub>8</sub> – omissão de S; T<sub>9</sub> – omissão de Zn; T<sub>10</sub> – omissão de Mn; T<sub>11</sub> – omissão de Cu; T<sub>12</sub> – omissão de B; T<sub>13</sub> – omissão de Cl; T<sub>14</sub> – omissão de Mo e T<sub>15</sub> – Testemunha (Solo natural). O micronutriente ferro não foi omitido, devido às altas concentrações deste nutriente em Latossolo da Amazônia.

Para correção do substrato aplicou-se uma mistura de CaCO<sub>3</sub> e (MgCO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O p.a na proporção de 4:1, aplicada 30 dias antes da adubação básica. A quantidade da necessidade de corretivo correspondeu a 4,6 t ha<sup>-1</sup> para aumentar a saturação por bases (V) a 60% (NATALE et al., 2007), o que equivaleu a 414 e 315 mg dm<sup>-3</sup> de Ca e Mg, respectivamente. Em relação ao T<sub>2</sub>, onde não houve calagem, o fornecimento de Ca e Mg foi feito utilizando fontes não corretivas, CaSO<sub>4</sub> e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, na dosagem de 200 e 60 mg dm<sup>-3</sup> de Ca e Mg, respectivamente (ALLEN et al., 1976; Malavolta, 1980). Quanto ao T<sub>6</sub>, a correção do solo foi feita com (MgCO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>. Mg(OH)<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O, e no T<sub>7</sub> com CaCO<sub>3</sub>. Nesses dois tratamentos a quantidade de Mg e Ca corresponderam a 576 e 921 mg dm<sup>-3</sup> de solo, respectivamente.

Após a incubação foi realizada a adubação do substrato utilizando 100; 100; 500; 42; 0,8; 90; 1,5; 3,6; 0,15 e 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de N; P; K; S; B; Cl, Cu, Mn, Mo e Zn, respectivamente. Além da primeira aplicação de nutrientes, foram feitas adubações complementares de 100 e 100 mg dm<sup>-3</sup> de N e K, respectivamente, repetindo por três vezes a cada 30 dias após o transplântio das mudas. Como fonte de nutrientes, foram utilizados reagentes p.a: CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; KCl; CaSO<sub>4</sub>; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; S<sup>0</sup>; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; ZnO; MnO; CuO; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; NaCl; KCl e H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>. A aplicação dos nutrientes foi feita na forma de solução, exceto os reagentes CaSO<sub>4</sub>; S<sup>0</sup>, ZnO; MnO; CuO, os quais foram fornecidos na forma sólida. Durante toda a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida em 70% da capacidade de campo.

### **Obtenção das mudas**

As mudas de camu-camu utilizadas no experimento foram obtidas a partir de sementes cedidas pelo do Instituto Nacional de Pesquisa Amazônia (INPA). Antes da semeadura elas foram tratadas com fungicida Cercobim (0,5 g L<sup>-1</sup>), visando à prevenção contra o ataque de patógenos (FILGUEIRA, 2000). A semeadura foi realizada em bandejas (0,60 x 0,30 x 0,8



m) contendo vermiculita expandida média inerte. Quando as plântulas atingiram em torno de 10 cm de altura (25 dias após a emergência), foi feito o transplante para os citropotes.

### **Variáveis analisadas**

As mudas permaneceram em casa de vegetação por um período de 150 dias. Durante o crescimento das plantas foram avaliados os sintomas visuais de deficiência nutricional. A avaliação ocorreu da repicagem até o final do experimento.

Ao final do experimento foram avaliadas as seguintes características biométricas: altura, diâmetro do colo, matéria seca do caule, matéria seca das folhas, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca total e crescimento relativo da matéria seca total. A avaliação ocorreu da repicagem até o final do experimento.

**Altura (H):** A altura da planta foi medida do caule até a gema apical, utilizando-se uma régua graduada (cm).

**Diâmetro do colo (DIA):** O diâmetro foi obtido com auxílio de um paquímetro digital (com precisão em milímetros, mm) e as medidas foram realizadas a 1 cm do substrato.

**Matéria seca da folha, caule, parte aérea, raiz e total:** Com o auxílio de uma tesoura de poda, as plantas de camu-camu foram divididas na parte aérea e raiz, separando a folha do caule. A raiz foi lavada em água corrente e depois em água deionizada. A raiz e a parte aérea de cada planta foram acondicionadas em saco de papel, previamente identificadas, e levadas à estufa com temperatura de 70 °C até a obtenção do peso constante. O material vegetal foi pesado com o auxílio de balança analítica, e moído utilizando-se um moinho de aço inoxidável tipo Willey, e encaminhadas ao Laboratório para a análise química (MALAVOLTA et al., 1989). Com base nos teores de nutrientes e na produção de matéria seca da parte aérea e raízes foi calculado o acúmulo dos nutrientes na parte aérea e raiz.

**Crescimento relativo (%):** O crescimento relativo (CR) foi calculado pela seguinte forma matemática –  $CR (\%) = (MSPA T / MSPA C) \times 100$ , onde: MSPA N = matéria seca da parte aérea obtida em cada tratamento; MSPA C = matéria seca da parte aérea do tratamento completo.

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa computacional ASSISTAT 7.7, e quando significativo foi realizado o teste de média de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### Crescimento das plantas

De acordo com os resultados, houve efeito significativo para todas as variáveis biométricas do camu-camu em função dos tratamentos, com exceção da MSC (Tabela 4.2).

Em relação ao tratamento completo, este foi superior em relação à omissão de calagem e à testemunha (solo natural), para as variáveis altura e matéria seca da raiz. Sendo que para altura o tratamento completo foi superior somente à testemunha. Por outro lado, quando se compara o tratamento completo às omissões de nutrientes, verifica-se que houve superioridade deste tratamento apenas para as omissões de P e Ca nas variáveis altura e diâmetro do colo.

Tabela 4.2. Altura (H), diâmetro do colo (DC), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), crescimento relativo (CR) e relação parte aérea e raiz (RPAR) das mudas de camu-camu aos 150 dias após transplantio.

| Tratamento              | H       | DC     | MSC                                  | MSF    | MSPA   | MSR    | MST    | CR  | RPAR   |
|-------------------------|---------|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|
|                         | (cm)    | (mm)   | g unidade experimental <sup>-1</sup> |        |        |        |        | %   |        |
| T <sub>1</sub> (Com.)   | 39,90 a | 3,44 a | 0,49                                 | 0,95 b | 1,43 b | 1,44 a | 2,87 b | 100 | 0,98 b |
| T <sub>2</sub> (-Cal.)  | 30,82 a | 2,91 a | 0,53                                 | 0,71 b | 1,24 b | 1,15 b | 2,39 b | 83  | 1,13 b |
| T <sub>3</sub> (-N)     | 50,35 a | 4,31 a | 1,07                                 | 1,93 a | 3,00 a | 2,34 a | 5,34 a | 186 | 1,25 b |
| T <sub>4</sub> (-P)     | 24,67 b | 2,10 b | 0,26                                 | 0,30 b | 0,56 b | 0,34 b | 0,90 b | 31  | 1,61 b |
| T <sub>5</sub> (-K)     | 35,77 a | 3,03 a | 0,77                                 | 0,98 b | 1,75 b | 0,93 b | 2,68 b | 93  | 1,85 b |
| T <sub>6</sub> (-Ca)    | 8,12 b  | 1,33 b | 0,21                                 | 0,07 b | 0,28 b | 0,05 b | 0,33 b | 11  | 6,38 a |
| T <sub>7</sub> (-Mg)    | 41,95 a | 3,62 a | 0,63                                 | 0,95 b | 1,58 b | 1,22 b | 2,81 b | 98  | 1,26 b |
| T <sub>8</sub> (-S)     | 34,17 a | 3,05 a | 0,47                                 | 0,70 b | 1,16 b | 1,05 b | 2,21 b | 77  | 1,19 b |
| T <sub>9</sub> (-Zn)    | 36,12 a | 3,58 a | 0,59                                 | 1,07 b | 1,66 b | 1,56 a | 3,23 b | 113 | 1,01 b |
| T <sub>10</sub> (-Mn)   | 41,22 a | 3,83 a | 0,81                                 | 1,40 a | 2,21 a | 1,89 a | 4,10 a | 143 | 1,15 b |
| T <sub>11</sub> (-Cu)   | 35,12 a | 3,19 a | 0,58                                 | 0,83 b | 1,41 b | 1,16 b | 2,57 b | 90  | 1,16 b |
| T <sub>12</sub> (-B)    | 43,25 a | 4,00 a | 0,95                                 | 1,69 a | 2,63 a | 2,04 a | 4,68 a | 163 | 1,39 b |
| T <sub>13</sub> (-Cl)   | 29,60 a | 3,05 a | 0,51                                 | 0,71 b | 1,22 b | 1,20 b | 2,42 b | 84  | 1,06 b |
| T <sub>14</sub> (-Mo)   | 49,59 a | 3,89 a | 0,82                                 | 1,37 a | 2,19 a | 1,68 a | 3,88 a | 135 | 1,25 b |
| T <sub>15</sub> (Test.) | 18,87 b | 3,08 a | 0,28                                 | 0,41 b | 0,68 b | 0,77 b | 1,46 b | 51  | 0,88 b |

Com. – completo; Cal. – calagem; Test. – testemunha.

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto aos nutrientes mais limitantes; foi observado que a omissão de Ca, seguido de P, foram os que mais prejudicaram a biometria da cultura do camu-camu. Sendo que no crescimento relativo da matéria seca total houve uma diminuição de 89 e 69% (Tabela 4.2), quando se compara ao tratamento completo com a omissão de Ca e P, respectivamente.

O Ca é um elemento essencial para manutenção e integridade estrutural das membranas e das paredes celulares (SILVA, 2006), provavelmente isso pode ter contribuído para o baixo crescimento da planta.

O P está relacionado com compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato, açúcares intermediários da respiração e fotossíntese, bem como, os fosfolipídeos que compõem as membranas vegetais. Estando o P ausente de acordo com Taiz e Zeiger (2004), as plantas cresceram menos. Desta maneira, o P combinado a outros nutrientes é essencial na síntese de proteínas e na ativação de enzimas responsáveis pelo aumento da biomassa vegetal (MARSCHNER, 1995). Segundo Malavolta (1985), o P tem função fundamental na vida das plantas, participando dos compostos ricos em energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como  $H_2PO_4^-$ . O aumento do pH com a adição da calagem incrementa a disponibilidade dos fosfatos no solo, o que é aplicável ao camu-camu, já que esta planta produziu menor massa seca da parte aérea quando se omitiu esse elemento.

Entretanto, em relação ao nutriente menos limitante, verificou-se que a omissão de N não comprometeu o crescimento da cultura, contribuindo com 86% de aumento da matéria seca total, quando comparado ao tratamento completo. A omissão de N ( $T_3$ ) na presença da calagem não afetou nenhuma característica avaliada quando comparada ao tratamento completo (altura, diâmetro, MSPA, MSR, MST e R/PA), porém, favoreceu MSF, MSPA e MST, pois os resultados foram superiores ao tratamento completo ( $T_{15}$ ) (Tabela 4.2).

A superioridade do tratamento com omissão de N sobre os demais nas variáveis analisadas pode ser explicada devido ao pouco tempo de condução de experimento e necessidade de N pela cultura. Valeri et al., (2014) verificaram que a omissão de N em *Caesalpinia echinata* apresentou limitação a partir dos 150 dias de condução do experimento. Além disso, o N inorgânico presente no solo e o teor de matéria orgânica poderá ser o suficiente para o estabelecimento da cultura durante este período. Desse modo, pode-se inferir que a matéria orgânica presente no meio de cultivo utilizado para as plantas de camu-camu contribuiu com o suprimento de N para essa espécie. Pois com a calagem há aumento na mineralização da matéria orgânica do solo, liberando os nutrientes, e entre estes o N.

O resultado do presente trabalho difere do obtido por Viégas et al. (2004b), que ao avaliarem a resposta das plantas à omissão de nutrientes (-N, -P, -K e -B), em solução nutritiva, verificaram que o tratamento -N foi o mais limitante ao crescimento da espécie. A diferença observada entre os resultados deve estar relacionada ao meio de cultivo utilizado nos experimentos. Como Viégas et al. (2004) utilizou solução nutritiva, considera-se que ao

omitir N dessa solução não havia outras fontes de suprimento do referido nutriente para as plantas, diferente do que foi observado no meio de cultivo do presente estudo (Tabela 4.1).

Apesar da baixa produção de MSPA e MSR no T<sub>6</sub>, este apresentou maior relação parte aérea e raiz (RPAR). Isto, possivelmente, pode ser explicado pelo fato que o Ca contribui com um maior produção de raiz. O Ca é o principal macronutriente responsável pelo crescimento radicular das plantas (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Com base nos resultados da MSPA (Tabela 4.2), é possível inferir que o requerimento nutricional do camu-camu em macro e micronutrientes obedece à ordem decrescente de: Ca > P > S > Cl > Cu > Mg > Zn > K > Mo > Mn > B > N.

### **Acúmulo de nutrientes**

Quanto a absorção de nutrientes, as omissões isoladas de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Fe, Mn, Mo e Zn reduziram os teores desses nutrientes MSPA do camu-camu, exceto o micronutriente cobre (Tabelas 8A e 9A). Quanto ao acúmulo de nutrientes na planta, este foi afetado significativamente pela omissão de macro e micronutriente, com exceção do acúmulo de N (Tabelas 4.3 e 4.4).

Os resultados expressos na análise de variância demonstraram que houve efeito da correção da acidez do solo e da omissão de nutrientes sobre o acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de camu-camu (Tabelas 3A e 4A). O acúmulo de nutrientes na planta foi afetado significativamente pela omissão de macro e micronutriente, com exceção do acúmulo de N (Tabelas 4.3 e 4.4). Em relação ao tratamento com omissão de Ca (T<sub>6</sub>), este apresentou menor valor de acúmulo de nutrientes em todas as variáveis, não sendo determinado N, B e Mn, devido à baixa quantidade de MSPA coletada.

Tabela 4.3. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de camu-camu em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 150 dias após transplântio submetidas a diferentes condições nutricionais.

| Tratamento                            | N     | P       | K       | Ca      | Mg     | S      |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|--------|
| mg unidade experimental <sup>-1</sup> |       |         |         |         |        |        |
| T <sub>1</sub> (Com.)                 | 31,17 | 3,89 b  | 30,04 a | 11,31 b | 2,83 b | 3,15 b |
| T <sub>2</sub> (-Cal.)                | 22,73 | 4,99 b  | 22,80 b | 4,06 b  | 2,40 b | 3,20 b |
| T <sub>3</sub> (-N)                   | 39,03 | 5,40 b  | 31,01 a | 26,33 a | 7,12 a | 4,80 a |
| T <sub>4</sub> (-P)                   | 11,40 | 0,58 b  | 6,59 b  | 4,03 b  | 1,44 b | 0,80 b |
| T <sub>5</sub> (-K)                   | 39,39 | 3,41 b  | 8,59 b  | 20,88 a | 5,20 a | 3,73 b |
| T <sub>6</sub> (-Ca)                  | nd    | 1,37 b  | 2,50 b  | 0,57 b  | 1,60 b | 0,67 b |
| T <sub>7</sub> (-Mg)                  | 28,83 | 5,18 b  | 37,98 a | 11,67 b | 1,82 b | 3,66 b |
| T <sub>8</sub> (-S)                   | 24,40 | 4,18 b  | 24,71 b | 6,35 b  | 1,98 b | 2,93 b |
| T <sub>9</sub> (-Zn)                  | 36,99 | 7,08 a  | 39,10 a | 8,91 b  | 3,03 b | 4,42 a |
| T <sub>10</sub> (-Mn)                 | 47,82 | 9,67 a  | 51,38 a | 10,23 b | 4,01 a | 6,73 a |
| T <sub>11</sub> (-Cu)                 | 28,91 | 5,82 b  | 35,25 a | 6,80 b  | 2,66 b | 4,53 a |
| T <sub>12</sub> (-B)                  | 57,73 | 11,52 a | 65,21 a | 13,31 b | 5,19 a | 6,99 a |
| T <sub>13</sub> (-Cl)                 | 26,50 | 5,04 b  | 28,04 a | 6,39 b  | 2,72 b | 3,07 b |
| T <sub>14</sub> (-Mo)                 | 46,37 | 10,72 a | 51,01 a | 12,26 b | 4,48 a | 6,15 a |
| T <sub>15</sub> (Test.)               | 11,96 | 1,08 b  | 10,03 b | 1,75 b  | 1,57 b | 1,04 b |

Com. – completo; Cal. – calagem; Test. – testemunha; nd – não determinado.

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados, verificou-se que a absorção de nutrientes pelas mudas de camu-camu foi afetada pela omissão de Ca e P, pois o acúmulo de nutrientes nestes tratamentos foi inferior ao do tratamento completo. Estes resultados evidenciam que a correção da acidez do solo ou mesmo adubações sem a adição de Ca e P pouco contribuem em termos de absorção dos demais nutrientes, pois os resultados dos tratamentos onde se omitiu o Ca e P, a absorção de nutrientes foi estatisticamente igual à testemunha.

Para o acúmulo de P, houve menores valores nos tratamentos T<sub>4</sub> e T<sub>6</sub>, enquanto o maior foi encontrado no tratamento T<sub>3</sub>, sendo estatisticamente igual aos demais (Tabela 4.3). Porém, quando foi verificado o teor de P (Tabela 8 A), este foi menor no tratamento onde se omitiu o P e maior na omissão de Mo. Quanto ao acúmulo de K, os menores valores foram encontrados no tratamento T<sub>6</sub>, enquanto que o maior foi no tratamento T<sub>12</sub> (Tabela 3.3). Quanto ao teor, este foi menor no tratamento T<sub>5</sub> e maior no T<sub>11</sub>, o que evidencia menor absorção de K, quando há deficiência no solo.

Em relação ao tratamento com omissão de Ca, este apresentou menor valor de acúmulo de nutrientes em todas as variáveis, não sendo determinado o teor de N, B e Mn, devido à baixa quantidade de matéria seca da parte aérea disponível. Em relação ao acúmulo de Ca, houve menor valor nos tratamentos T<sub>6</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub>, enquanto que o menos K (T<sub>5</sub>) foi o que apresentou o maior valor, porém sendo estatisticamente igual aos demais. O menor teor

de Ca, também foi observado no T<sub>6</sub>, quando se omitiu este nutriente, e o maior foi na omissão de K (T<sub>5</sub>). Quanto ao acúmulo de Mg, o maior valor foi encontrado nos tratamentos T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>12</sub>, enquanto que os menores foram observados no T<sub>6</sub>, porém sendo estatisticamente igual aos demais (Tabela 4.3). Sendo que, o menor teor de Mg foi observado quando se omitiu este nutriente, enquanto que o maior foi no menos Ca (T<sub>6</sub>). Já para S, apesar de apresentar maior teor no tratamento menos P e maior no menos Cu, o seu acúmulo foi mais acentuado na omissão de N, enquanto que o menor foi no menos Ca, porém não houve diferença significativa entre todos os tratamentos (Tabela 3.3).

O maior acúmulo de Ca e Mg no T<sub>5</sub>, pode ser explicado devido a omissão de K levando a uma maior absorção de Ca e Mg, pois estes três nutrientes competem pelo mesmo sítio de absorção (MALAVOLTA, 2006). Já para o menor acúmulo de nutrientes encontrado no T<sub>6</sub>, é devido, possivelmente ao menor valor de MSPA deste tratamento, com a omissão de Ca.

A omissão isolada de macronutrientes (Ca e P) limitaram o acúmulo de N, K, e Mg na parte aérea quando comparado ao tratamento completo e demais tratamentos. Esse resultado corrobora em parte com encontrado por Viégas et al. (2004b), onde a omissão isolada de macronutrientes também limitaram o acúmulo de nutriente da parte aérea de camu-camuzeiro.

Apesar de apresentar maiores valores nas variáveis biométricas do camu-camu (Tabela 4.2), o menor teor de N foi observado no tratamento com omissão de N (Tabela 8A), mesmo não sendo observada a deficiência de N. Para o acúmulo de N, mesmo não sendo significativo, este foi menor no tratamento solo natural e menos P, enquanto que o maior foi encontrado menos B. Além disso, este tratamento apresentou maior teor de N, mostrando aumento na absorção de N quando não houve adição de B, o que possivelmente pode ter atribuído a inibição competitiva existente entre o  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{H}_3\text{BO}_3^-$  (MALAVOLTA, 2006).

Quanto ao teor de K, este foi menor no tratamento menos K e maior no menos Cu, o que evidencia menor absorção de K, quando há deficiência no solo. Entretanto quanto ao acúmulo de K, os menores valores foram encontrados no tratamento menos Ca, enquanto que o maior foi no tratamento menos B (Tabela 4.3).

Em relação ao acúmulo de Ca, houve menor valor nos T<sub>6</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub>, enquanto que o menos K foi o que apresentou o maior valor, porém sendo estatisticamente igual aos demais. O menor teor de Ca, também foi observado no T<sub>6</sub> (Tabela 8 A), quando se omitiu este nutriente, e o maior foi na omissão de K. Quanto ao acúmulo de Mg, o maior valor foi encontrado nos tratamentos T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>12</sub>, enquanto que os menores foram observados no T<sub>6</sub>,

porém sendo estatisticamente igual aos demais. Sendo que, o menor teor de Mg foi observado quando se omitiu este nutriente, enquanto que o maior foi no menos Ca.

O maior acúmulo de Ca e Mg, observado na omissão de K, pode ser explicado devido a uma maior absorção de Ca e Mg na deficiência de K, pois estes três nutrientes competem pelo mesmo sítio de absorção (MALAVOLTA, 2006). Já para o menor acúmulo de nutrientes encontrado no menos Ca, é devido, possivelmente, ao menor valor da matéria seca das partes aéreas neste tratamento, com a omissão de Ca.

Já para o acúmulo de S, apesar de apresentar maior teor no tratamento menos P e maior no menos Cu, o seu acúmulo foi mais acentuado na omissão de N, enquanto que o menor foi no menos Ca, porém não houve diferença significativa entre todos os tratamentos (Tabela 4.3).

Os resultados expressos na análise de variância demonstram que houve efeitos da correção da acidez do solo e da omissão de nutrientes sobre o acúmulo de micronutrientes na parte aérea das plantas de camu-camu (Tabelas 4 A). Houve efeito significativo para todos os nutrientes avaliados (Tabela 4.4). A omissão de N apresentou o maior acúmulo para todos os micronutrientes avaliados, sendo que este resultado pode estar associado a maior produção de matéria seca total pelo tratamento (Tabela 4.2).

Tabela 4.4. Acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de camu-camu em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 150 dias após transplante submetidas a diferentes condições nutricionais.

| Tratamento                            | B        | Cu      | Fe       | Mn       | Zn      |
|---------------------------------------|----------|---------|----------|----------|---------|
| µg unidade experimental <sup>-1</sup> |          |         |          |          |         |
| T <sub>1</sub> (Com.)                 | 45,07 b  | 5,37 b  | 113,51 a | 72,22 b  | 33,79 b |
| T <sub>2</sub> (-Cal.)                | 30,53 b  | 4,46 b  | 51,81 b  | 19,70 b  | 33,68 b |
| T <sub>3</sub> (-N)                   | 128,13 a | 9,46 a  | 228,55 a | 180,64 a | 65,36 a |
| T <sub>4</sub> (-P)                   | 22,19 b  | 2,37 b  | 45,96 b  | 29,68 b  | 12,64 b |
| T <sub>5</sub> (-K)                   | 72,70 b  | 4,69 b  | 144,99 a | 189,02 a | 58,66 a |
| T <sub>6</sub> (-Ca)                  | nd       | 1,64 b  | 22,50 b  | Nd       | 6,61 b  |
| T <sub>7</sub> (-Mg)                  | 41,48 b  | 6,11 b  | 99,24 a  | 97,26 b  | 30,89 b |
| T <sub>8</sub> (-S)                   | 32,51 b  | 4,25 b  | 60,25 b  | 71,17 b  | 20,80 b |
| T <sub>9</sub> (-Zn)                  | 39,65 b  | 4,86 b  | 130,70 a | 84,47 b  | 24,77 b |
| T <sub>10</sub> (-Mn)                 | 49,30 b  | 7,88 a  | 109,98 a | 59,84 b  | 34,16 b |
| T <sub>11</sub> (-Cu)                 | 40,47 b  | 9,18 a  | 90,55 b  | 62,68 b  | 23,51 b |
| T <sub>12</sub> (-B)                  | 38,64 b  | 12,05 a | 140,15 a | 135,64 a | 50,16 a |
| T <sub>13</sub> (-Cl)                 | 32,99 b  | 4,08 b  | 65,16 b  | 52,15 b  | 21,37 b |
| T <sub>14</sub> (-Mo)                 | 65,01 b  | 6,37 b  | 104,26 a | 105,86 b | 35,43 b |
| T <sub>15</sub> (Test.)               | Nd       | 3,43 b  | 41,93 b  | 8,12 b   | 19,41 b |

Com. – completo; Cal. – calagem; Test. – testemunha; nd – não determinado.

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O menor acúmulo de B foi afetado por todos os tratamentos, com exceção da omissão de N. Este resultado provavelmente esteja relacionado à inibição competitiva existente entre B e N (MALAVOLTA, 2006). Em relação ao acúmulo de Cu, este foi mais acentuado quando se omitiu B, N, Cu e Mn.

Em relação ao acúmulo de Cu, este foi observado maiores valores nos tratamentos com omissão de B, N e Cu. Para os acúmulos de Mn e Zn, estes foram observados maiores valores nos tratamentos menos K, N e B.

Quanto aos sintomas de deficiência não foi possível caracterizá-lo pelo fato dos mesmos não terem sido evidentes durante a condução do experimento em casa de vegetação até aos 150 dias após o transplante das plantas. Sugere, portanto, um período maior de avaliação ser necessário para a percepção de mais respostas relacionadas à sensibilidade de plantas de camu-camu à deficiência de nutrientes essenciais.

De acordo com os resultados, no tratamento completo, o acúmulo de nutrientes na matéria seca da parte aérea apresentou a seguinte ordem decrescente:  $Mg > S > P > Cu > Ca > K > N > Zn > B > Mn > Fe$ .

#### **4.4 CONCLUSÃO**

- a) A acidez e a baixa fertilidade do solo afetam o crescimento das mudas de camu-camu;
- b) Em condições de baixa fertilidade, os nutrientes Ca e P são os que mais limitam o crescimento das mudas de camu-camu;
- c) As plantas apresentaram melhor crescimento quando o solo não foi corrigido com N;
- d) A ordem decrescente de limitações nutricionais na matéria seca da parte aérea foi  $Ca > P > S > Cl > Cu > Mg > Zn > K > Mo > Mn > B > N$ , enquanto que na matéria seca total foi  $Ca > P > S > Cl > Cu > K > Mg > Zn > Mo > Mn > B > N$ .



## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLEN, F. E.; TERMAN, G. L.; CLEMENT, L. B. **Greenhouse techniques for soil plant fertilizer research**. Muscleshools: National Fertilizer Development Center, 1976. 55p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTT, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Capítulo III, p. 92-132, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ed, rev. e ampl. - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.

GONÇALVES, M. B. F. **Nutrição animal**. Santa Maria: UFSM/ Departamento Zootecnia, 2004. Caderno didático.

GOEDERT, C. O. História e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 23-60, 2007.

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo**. Trad. e Adapt. São Paulo, ANDA/POTAFOS. 1989. 87p.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. O.; PAULINO, M. A. O.; SILVEIRA, H. R. O.; FERNANDES, L. A. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento do pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 174-179, 2011.

MALAVOLTA, E. Diagnose foliar. In: MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. 2006. 638p.

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

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas. In: FERRI, M.G. (org.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1985. v.1, 400p.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba, Associação Brasileira para a pesquisa do Potássio e do fósforo, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: 2. ed**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 319p.

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

MORIN, C. El papayo. In: **Cultivo de frutales tropicales**. 2. ed. Lima: ABC, p. 231-238, 1967.

NATALE, W.; PRADO, R. de. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p.1475-1485, 2007.

OLIVEIRA, F. H. T.; ARRUDA, J. A.; SILVA, I. F.; ALVES, J. C. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p.973-983, 2007.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 69p. (Cadernos Didáticos, 72).

PIGNATARO NETO, I. T. **Qualidades física de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagens com diferentes períodos de uso**. 2008, 67 p. (Dissertação de Mestrado)- Ciências Agrárias. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.

ROQUE, C. G.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; BEUTLER, A.N.; Centurion, J. F. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p 485-490. 2004.

SILVA, M. L. **Avaliação da produção de mudas de camu-camu [*Myrciariadubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de estacas de diferentes diâmetros submetidos a concentrações do ácido naftaleno acético**. 2001, 60 p. (Dissertação de mestrado)- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). INPA, 2001.

SILVA, M. A. C. **Métodos de avaliação do estado nutricional do algodoeiro no Centro-oeste do Brasil**. 2006. 78p. (Tese de Doutorado). UNESP – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, SP. 2006.

SILVA, E. de. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J. de. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo Vermelho distrófico no Norte de Minas. **Maringá**, v. 27, n. 1, p. 55-59, 2006.

SILVA, A. R. M.; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H.N.; FIGUEIREDO, A. F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 37, n.2, p.195-200, 2007.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. de. C. P. de. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agroambiental**, v. 2, n. 2, p. 61-63, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

VALERI, S. V.; PIZZAIA, L. G. E.; SÁ, A. F. L.; CRUZ, M. C. P. Efeitos da omissão de nutrientes em plantas de *Caesalpinia echinata*. **Cerne**, v. 20, n.1, p 73-80, 2014.

VENTURIM, N.; DUBOC, E.; VALE, F. R. do; DAVIDE, A. C. Fertilização das plântulas de *Copaiferalangsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Cerne**, v. 2, n. 2, p. 41-58, 1996.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C; THOMAZ, M. A. A; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo de açaizeiro em Latossolo Amarelo textura média, estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 382-384, 2004a.

VIÉGAS, I. de J. M.; THOMÁS, M. M.; SILVA, da F. J.; CONCEIÇÃO, da O. E. H.; Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004b.

**5 CAPITULO II:**  
**ARAÇÁ-BOI: RESPOSTA À OMISSÃO DE NUTRIENTES E CORREÇÃO DA**  
**ACIDEZ DO SOLO**

## RESUMO

O araçá-boi é uma espécie ainda pouco cultivada na Amazônia e que possui um elevado teor de vitamina C. Entretanto, no que se referem à nutrição mineral da espécie poucas informações são disponíveis na literatura. Considerando a essencialidade dessas informações para um bom desenvolvimento da espécie, o presente estudo teve como objetivo avaliar o requerimento nutricional do araçá-boi em um Latossolo Amarelo distrófico através da técnica do elemento faltante e a correção da acidez do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em blocos ao acaso, com 04 repetições e 15 tratamentos. Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: tratamento completo (calagem, macro e micronutrientes) e com omissão individual da calagem, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, Cl e Mo, e a testemunha (solo natural). As características de crescimento avaliadas foram: altura da parte aérea, diâmetro do colo, matéria seca da folha, caule, parte aérea, raiz e total, além do acúmulo de nutrientes e crescimento relativo da matéria seca da parte aérea. Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram concluir que as mudas de araçá-boi sob a omissão de nutrientes tiveram seu crescimento comprometido pela omissão de Ca, P e calagem e pelo cobre no substrato, havendo, portanto, a necessidade da sua aplicação para que as plantas tenham um desenvolvimento normal. Os resultados da análise foliar mostraram que o acúmulo de nutriente na planta de araçá-boi foi mais representativo nos tratamentos com omissão de S e K. O requerimento nutricional do araçá-boi em nutrientes obedece à seguinte ordem decrescente: Ca > P > Cu > Cl > Mg > Zn > B > Mn > S > Mo > K > N.

Palavras-chaves: Nutrição mineral. Fertilidade do solo. Elemento faltante. *Eugenia stipitata*.

## ABSTRACT

The araza is an under-cultivated species in the Amazon and has a high content of vitamin C. However, in referring to the mineral nutrition of the species little information is available in the literature. Considering the essentiality of this information for a good development of the species, this study aimed to evaluate the nutritional requirement of the araza in a Yellow Latosol by the missing element technique and the correct soil acidity. The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized block design with four replications and 15 treatments. The treatments had distributed as follows: complete treatment (liming, macro and micronutrients) and individual omission of liming, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu, B, C and Mo, and a control (native soil). Growth characteristics evaluated were: shoot height, stem diameter, dry weight of leaf, stem, shoots, roots and all, beyond the nutrients and relative growth of the dry matter of shoots. The results obtained in this study showed that the seedlings of araza under omission of nutrients had their growth compromised by omission of Ca, P and liming and the copper on the substrate, there is therefore the need for their application for the plants have a normal development. The results of leaf analysis show that the nutrient accumulation in the strawberry araza plant was more representative in treatments S and K. The omission of nutritional requirement of araza nutrient according to the following descending order : Ca > P > Cu > Cl > Mg > Zn > B > Mn > S > Mo > K > N.

Keywords: Mineral nutrition. Soil fertility. Missing element. *Eugenia stipitata*.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia há uma enorme diversidade de espécies frutíferas nativas de grande potencial; se exploradas racionalmente podem contribuir para o desenvolvimento local, dentre elas o araçá-boi (*Eugenia stipitata*). O araçá-boi é uma espécie frutífera cultivada em escala doméstica na região Amazônica sendo pouca explorada pelos produtores, devido a falta de informações referentes ao requerimento nutricional na fase inicial de desenvolvimento das mudas, fazendo-se necessário estudos no que diz respeito a exigências nutricionais da espécie.

Apesar desse reconhecido potencial, a literatura é bastante limitada em número de referências a essa fruteira. Da mesma forma, a produção comercial é pequena e limitada a determinadas regiões, sendo ainda considerada uma planta frutífera de pomares caseiros.

O cultivo comercial do araçá-boi poderá ser ampliado e conquistar mercados, desde que se desenvolva a pesquisa básica e tecnológica dessa cultura. Devem-se estimular estudos sobre suas exigências nutricionais ainda pouco estudadas. Este trabalho poderá promover futuros trabalhos com doses de nutrientes, com o intuito de selecionar a melhor dose do nutriente mais exigido pela cultura.

O conhecimento quanto suas exigências nutricionais serão de grande importância para um manejo mais adequada no cultivo da espécie, proporcionando aos produtores mais economia se manejada corretamente, e conseqüentemente um aumento na renda familiar. Segundo Falcão et al. (2000), o araçá-boi frutifica mais de uma vez ao longo do ano, com pelo menos um pico de floração forte durante a estação seca que vai de junho à setembro e um pico de frutificação mais acentuada na estação chuvosa que vai de janeiro à março. A planta produz praticamente todo o ano (PINEDO et al, 1981), e, com isso, dependendo do manejo de plantações, tem a possibilidade de gerar emprego e renda no campo de forma contínua, sem o problema de sazonalidade comum em muitas culturas. Portanto, uma nutrição adequada da espécie irá proporcionar ao produtor um aumento em sua produção e a qualidade do produto.

O araçá-boi representa um excelente potencial econômico por crescer bem em solos de baixa fertilidade, com pH acima de 4,0, em regiões com precipitações anuais desde 2.500 até 4.000 mm e temperatura média ao redor de 20 a 26 °C; começar a produzir com dois anos de idade; e o fruto apresentar elevada porcentagem de polpa (CAVALCANTE, 1996). Entretanto, pouco se conhece sobre o requerimento nutricional desta espécie, especialmente na fase de muda.

A espécie tem potencial econômico para conquistar um lugar de destaque no mercado nacional e internacional, por crescer facilmente em qualquer tipo de solo, apresentar frutos

com elevada porcentagem de poupa, podendo ainda ser comercializado como polpa congelada ou suco engarrafado (CAVALCANTE, 1991).

Portanto, o conhecimento sobre as exigências nutricionais das plantas é de suma importância para a identificação e correção de deficiências, possibilitando dessa forma interferências corretas de fertilizantes a serem empregados (MAIA et al, 2011).

A técnica elemento faltante, tem por princípio comparar o desenvolvimento de plantas submetidas a um tratamento completo contendo todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento, com tratamentos cuja adubação se omitiu um nutriente essencial de cada vez. De tal comparação, obtém-se a informação se o solo é deficiente ou não em um ou mais dos elementos avaliados (LOPES, 1989).

No ecossistema de terra firme da Amazônia predominam os Latossolos Amarelos e os Argissolos, são solos altamente intemperizados com características físicas adequadas ao uso agrícolas, entretanto, há fortes limitações nutricionais, além de serem ácidos e apresentarem toxidez de alumínio (SMYTH e CRAVO, 1992), limitando o real potencial das culturas.

Diante do exposto, o presente estudo visa contribuir com a população gerando informações no que se referem às exigências nutricionais da espécie para tornar possível o araçá-boi uma cultura rentável gerando emprego e renda na região.

## **5.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de condução do estudo e da coleta do solo**

O experimento foi instalado em casa de vegetação, do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no período de junho de 2012 a outubro 2013.

Como substratos foram utilizadas amostras de um Latossolo Amarelo de baixa fertilidade, retirada da camada subsuperficial (20-40 cm) textura argilosa, coletado no setor Sul do Campus da UFAM (mini campus), situado entre os paralelos “03° 06’ 04” de latitude sul e 59° 58’ 34” de longitude oeste e a 268 m de altitude.

### **Caracterização granulométrica e química do solo**

Antes da instalação do experimento, o solo foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 4 mm de abertura. Subamostras desse solo foram coletadas, passadas em peneiras de 2 mm e encaminhadas ao Laboratório de Solo da UFAM para a análise química (Tabela 5.1), de acordo com a EMBRAPA (2009).



Tabela 5.1. Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo antes (testemunha) e após (completo) a aplicação do calcário e dos tratamentos com a técnica do elemento faltante.

| Características  | Substrato antes da correção | Tratamento completo |
|--|-----------------------------|---------------------|
| pH (H <sub>2</sub> O)                                    | 4,3                         | 5,2                 |
| P - Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )                     | 1,5                         | 35,8                |
| K (mg dm <sup>-3</sup> )                                 | 8,0                         | 66,0                |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 0,1                         | 3,85                |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 0,1                         | 1,00                |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                 | 1,4                         | 0,15                |
| H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )               | 7,9                         | 4,29                |
| V (%)  | 2,7                         | 54,0                |
| m (%)  | 86,4                        | 2,9                 |
| S – SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg dm <sup>-3</sup> ) | 59,4                        | 21,0                |
| B (mg dm <sup>-3</sup> )                                 | 0,20                        | 0,26                |
| Cu (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,20                        | 0,12                |
| Fe (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 220,30                      | 4,46                |
| Mn (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,20                        | 0,40                |
| Zn (mg dm <sup>-3</sup> )                                | 0,10                        | 0,55                |
| Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )                 | 1,2                         | 1,2                 |
| Areia (dag kg <sup>-1</sup> )                            | 30,0                        | 30,0                |
| Silte (dag kg <sup>-1</sup> )                            | 30,0                        | 30,0                |
| Argila (dag kg <sup>-1</sup> )                           | 40,0                        | 40,0                |

pH (H<sub>2</sub>O) – Relação solo-água 1:2,5; P, K e Zn – Extrator Mehlich-1; S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – Extrator fosfato diácido de cálcio (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>); Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; B- água quente e MO - Teor de matéria orgânica determinado pelo método da oxidação do carbono por dicromato de potássio em meio ácido multiplicado por 1,724.

### Delineamento e condução do experimento

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 15 tratamentos e quatro repetições, utilizando-se a técnica do elemento faltante. Cada unidade experimental foi composta por uma planta, totalizando 60 por experimento. Como recipientes foram utilizados citropotes plásticos com capacidade para 4dm<sup>3</sup> de solo.

Durante a condução do experimento, a umidade foi mantida em 30% do peso (FREIRE et al., 1980) através pesagem dos vasos e adição de água deionizada. Visando eliminar possíveis interferências ambientais durante a condução do estudo, foram feitos rodízios semanais com tubetes.

Os tratamentos avaliados foram: T<sub>1</sub> – Completo (calagem, macro e micronutrientes); T<sub>2</sub> – omissão da calagem; T<sub>3</sub> – omissão de N; T<sub>4</sub> – omissão de P; T<sub>5</sub> – omissão de K; T<sub>6</sub> – omissão de Ca; T<sub>7</sub> – omissão Mg; T<sub>8</sub> – omissão de S; T<sub>9</sub> – omissão de Zn; T<sub>10</sub> – omissão de Mn; T<sub>11</sub> – omissão de Cu; T<sub>12</sub> – omissão de B; T<sub>13</sub> – omissão de Cl; T<sub>14</sub> – omissão de Mo e

T<sub>15</sub> – Condição natural. O micronutriente ferro não foi omitido, devido às altas concentrações deste nutriente em Latossolos da Amazônia.

Para correção do substrato aplicou-se uma mistura de CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>p.a, na proporção de 4:1 equivalentes, para aumentar a saturação por bases (V) a 60% (NATALE et al, 2007), aplicada 30 dias antes da repicagem, mantendo-se a umidade do solo constante durante esse período de incubação. A quantidade aplicada foi de 7,43 g e 2,25 para o CaCO<sub>3</sub>e (MgCO<sub>3</sub>), respectivamente.

Em relação ao T<sub>2</sub>, o fornecimento de Ca e Mg foram feitos utilizando fontes não corretivas, CaSO<sub>4</sub> e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, na dosagem de 200 e 60 mg dm<sup>-3</sup> de Ca e Mg, respectivamente (ALLEN, et al., 1976; MALAVOLTA, 1980). Quanto ao T<sub>6</sub>, a correção do solo foi feita com carbonato de magnésio e no T<sub>7</sub> com CaCO<sub>3</sub>. Nesses dois tratamentos a quantidade de Mg e Ca corresponderam a 576 e 921 mg dm<sup>-3</sup> de solo, respectivamente.

Após a incubação foi realizada a adubação do substrato utilizando 100; 100; 500; 42; 0,8; 90; 1,5; 3,6; 0,15 e 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de N; P; K; S; B; Cl, Cu, Mn, Mo e Zn, respectivamente. Além da primeira aplicação de nutrientes foram feitas adubações complementares de 100 e 100 mg dm<sup>-3</sup> de N e K, respectivamente, repetindo por três vezes a cada 30 dias após o transplantio das mudas. Como fonte de nutrientes, foram utilizados reagentes p.a: CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; KCl; CaSO<sub>4</sub>; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; S<sup>0</sup>; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; ZnO; MnO; CuO; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; NaCl; KCl e H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>. A aplicação dos nutrientes foi feita na forma de solução, exceto os reagentes CaSO<sub>4</sub>; S<sup>0</sup>, ZnO; MnO; CuO, que foram fornecidos na forma sólida. Durante toda a condução do experimento a umidade do solo foi mantida em 70% da capacidade de campo.

### **Obtenção das mudas**

As plantas de araçá-boi foram obtidas a partir de sementes cedidas pelo do Instituto Nacional de Pesquisa Amazônia (INPA). Antes da semeadura elas foram tratadas com fungicida Cercobim (0,5 g L<sup>-1</sup>), visando à prevenção contra o ataque de patógenos (FILGUEIRA, 2000). A semeadura foi realizada em bandejas (0,60 m x 0,30 m x 0,8 m) contendo vermiculita expandida média inerte. Quando as plântulas atingiram em torno de 10 cm de altura (25 dias após a emergência), foi feita a repicagem.

## **Variáveis analisadas**

As mudas permaneceram em casa de vegetação por um período de 120 dias. Durante o crescimento das plantas foram avaliados os sintomas visuais de deficiência nutricional. A avaliação ocorreu da repicagem até o final do experimento.

Ao final do experimento foram avaliadas as seguintes características biométricas: altura, diâmetro do colo, matéria seca do caule, matéria seca das folhas, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, matéria seca total e crescimento relativo da matéria seca total. A avaliação ocorreu da repicagem até o final do experimento.

**Altura (H):** A altura da planta foi medida do caule até a gema apical, utilizando-se uma régua graduada (cm).

**Diâmetro do colo (DIA):** O diâmetro foi obtido com auxílio de um paquímetro digital (com precisão em milímetros, mm) e as medidas foram realizadas a 1 cm do substrato.

**Matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radícula e total:** Obtida pela matéria seca do caule (MSC) + matéria seca da folha (MSF). As plantas de camu-camu foram separadas parte aérea e raiz, com o auxílio de uma tesoura de poda, realizada rente ao solo para padronização. A raiz foi lavada com auxílio de uma mangueira sobre uma peneira. A raiz e a parte aérea de cada planta foram acondicionadas em saco de papel, previamente identificadas, e levadas à estufa com temperatura de 70 °C até a obtenção do peso constante. O material vegetal foi pesado com o auxílio de balança analítica, moído utilizando-se um moinho de aço inoxidável tipo Willey e encaminhadas ao Laboratório para a análise química (Malavolta, 1997). Com base nos teores de nutrientes e na produção de matéria seca da parte aérea e raízes, foi calculado o acúmulo dos nutrientes na parte aérea e raiz.

**Crescimento relativo (%):** O crescimento relativo (CR) foi calculado pela seguinte forma matemática –  $CR (\%) = (MSPA T / MSPA C) \times 100$ , onde: MSPA N = matéria seca da parte aérea obtida em cada tratamento; MSPA C = matéria seca da parte aérea do tratamento completo.

## **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa computacional ASISTAT 7.7, e quando significativo foi realizado o teste de média de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

### 5.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### Crescimento das plantas

Os resultados expressos na análise de variância demonstram que houve efeitos da omissão de nutrientes e correção da acidez do solo sobre as variáveis avaliadas, com exceção da RPAR (Tabelas 5 A).

Tabela 5.2 Altura (H), diâmetro do colo (DC), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), crescimento relativo (CR) e relação parte aérea e raiz (RPAR) das mudas de araçá-boi aos 120 dias após transplantio.

| Tratamento                | H<br>(cm) | DC<br>(mm) | MSC    | MSF    | MSPA   | MSR    | MST    | CR<br>(%) | RPAR |
|---------------------------|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|------|
| T <sub>1</sub> (Compl)    | 20,90 a   | 2,29 b     | 0,21 b | 0,63 a | 0,85 a | 0,34 a | 1,19 a | 100       | 2,50 |
| T <sub>2</sub> (-Cal)     | 20,27 a   | 2,15 b     | 0,15 c | 0,49 a | 0,64 a | 0,25 b | 0,90 a | 76        | 2,56 |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 24,60 a   | 2,65 a     | 0,23 b | 0,48 a | 0,72 a | 0,48 a | 1,20 a | 101       | 1,50 |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 15,12 b   | 2,10 b     | 0,09 c | 0,23 b | 0,32 b | 0,17 b | 0,50 b | 42        | 1,88 |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 29,37 a   | 3,07 a     | 0,43 a | 1,12 a | 1,55 a | 0,57 a | 2,13 a | 179       | 2,72 |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | 7,75 b    | 1,50 c     | 0,03 c | 0,02 b | 0,06 b | 0,05 b | 0,11 b | 9         | 1,20 |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 25,50 a   | 2,62 a     | 0,22 b | 0,63 a | 0,86 a | 0,40 a | 1,27 a | 107       | 2,15 |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 26,65 a   | 3,04 a     | 0,27 b | 0,86 a | 1,13 a | 0,47 a | 1,61 a | 135       | 2,40 |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 22,50 a   | 2,45 b     | 0,19 b | 0,67 a | 0,86 a | 0,40 a | 1,27 a | 107       | 2,15 |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 23,87 a   | 2,74 a     | 0,21 b | 0,76 a | 0,98 a | 0,49 a | 1,47 a | 124       | 2,00 |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 21,12 a   | 2,26 b     | 0,17 b | 0,49 a | 0,67 a | 0,34 a | 1,02 a | 86        | 1,97 |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 23,25 a   | 2,43 b     | 0,20 b | 0,70 a | 0,91 a | 0,39 a | 1,31 a | 110       | 2,33 |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 22,55 a   | 2,37 b     | 0,18 b | 0,62 a | 0,81 a | 0,37 a | 1,18 a | 99        | 2,19 |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 25,67 a   | 2,34 b     | 0,24 b | 0,78 a | 1,02 a | 0,48 a | 1,50 a | 126       | 2,13 |
| T <sub>15</sub> (Natural) | 12,62 b   | 1,32 c     | 0,08 c | 0,13 b | 0,22 b | 0,12 b | 0,34 b | 29        | 1,83 |

Compl – completo; Cal – calagem.

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados apresentados (Tabela 5.2) verificou-se que o crescimento em altura e diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total das mudas de araçá-boi foram limitados quando não realizou a correção conjunta da acidez e da fertilidade do solo, com a aplicação de macro e micronutrientes, pois o tratamento (T<sub>15</sub>), onde estas práticas não foram realizadas, apresentaram valores inferiores ao completo (T<sub>1</sub>).

Em relação à altura e à matéria seca total das plantas, os tratamentos menos Ca e menos P e o solo natural apresentaram resultados inferiores ao completo. Tal resultado demonstra a importância da correção do solo e do fornecimento de Ca e P para o crescimento em altura dessa espécie.

Para o diâmetro do caule, os tratamentos T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> e T<sub>10</sub> foram os que apresentaram os maiores incrementos, enquanto que o T<sub>15</sub> o menor. Já para a matéria seca do

caule, a omissão de K foi o que mais contribuiu com o aumento desta variável, enquanto que os tratamentos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub> e o T<sub>15</sub> foram os que apresentaram menores valores.

Em relação à matéria seca da folha e da parte aérea, os menores ganhos foram observados nos tratamentos com omissão de P, omissão de Ca e solo natural. Enquanto que para a matéria seca da raiz, além desses três tratamentos, os menores valores também foram observados no tratamento menos calagem.

Para o crescimento relativo o tratamento com omissão de K foi o que mais contribuiu com aumento da matéria seca total, com 79% de ganho, enquanto que o tratamento com omissão de Ca teve um decréscimo de 91%, quando se compara ao tratamento completo. Quando se avalia a relação parte aérea e raiz, a maior escala foi observada no tratamento menos K, enquanto que a menor foi no tratamento menos Ca.

No que se refere à calagem, observa-se que o tratamento que recebeu calagem (T<sub>1</sub>) apresentou valores superiores àquele que não recebeu a calagem (T<sub>2</sub>), sendo que as variáveis mais afetadas foram; MSC e MSR.

No controle da acidez dos solos tropicais, a calagem mostra-se uma técnica com baixa relação custo/benefício, em diversas espécies, já que a aplicação de calcário reduz a acidez, diminui a concentração de alumínio e manganês e aumenta a disponibilidade de nutrientes (ROQUE et al 2004), pois a grande maioria dos solos de terra firme da Amazônia é naturalmente ácida (TUCCI, 1991). Esta prática tem efeito positivo sobre crescimento radícula e parte aérea, resultando na adequada nutrição da planta, facilitando a absorção e a utilização dos nutrientes e da água (SOUSA et al., 2007) e, conseqüentemente, maior produção (PRADO, 2003).

Segundo Vitti (1987), os solos da região Amazônica só produzem de maneira satisfatória e sustentável se forem realizadas práticas agrícolas de calagem. Essa prática pode ser considerada a que mais contribui para o aumento da eficiência dos fertilizantes, pois aumenta o pH do solo e, conseqüentemente, a produtividade (ANDA, 1981).

Em relação à omissão de nutrientes, percebe-se que ao omitir Ca e P (T<sub>6</sub> e T<sub>4</sub>) na presença de calagem, estes limitaram o crescimento em altura, diâmetro e a produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total das mudas de araçá-boi. A importância da correção do solo e adubação com esses dois nutrientes para essa espécie se torna mais visível quando se observa que as plantas cultivadas sem esses nutrientes apresentam altura semelhante às que cresceram em solo natural, sugerindo que a fertilidade do solo e a acidez sejam corrigidas com os demais nutrientes.

Viéguas et al. (2004), trabalhando com efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento das mudas de camu-camuzeiro, constataram que o Ca foi um dos elemento que afetou o a produção da massa seca da planta de araçá-boi. Esse resultado corrobora com obtido nesta pesquisa.

Tal fato é evidente quando se compara o tratamento completo ( $T_1$ ), cujo teor no solo natural é muito baixo (CFSEMG, 1999), indicando ser o Ca o nutriente mais limitante ao crescimento da espécie. O Ca é um elemento essencial para manutenção e integridade estrutural das membranas e das paredes celulares (MALAVOLTA, 2006), provavelmente, isso pode ter contribuído para o baixo crescimento da planta.

Além disso, em condições de terra firme da região, habitats naturais do araçá-boi, o teor de Ca pode apresentar valores muito baixos nos solos. De acordo com Falcão e Silva (2004) os resultados encontrados nos Argissolos e Latossolos do Estado do Amazonas são de 0,03 e 0,03 a 0,64 ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ). Resultados obtidos por Moreira e Fageria (2009) também indicam baixo teor de Ca no solo de 1,16 ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ), valores considerados baixo para o desenvolvimento das culturas.

Após o Ca a omissão de P foi segundo tratamento que mais afetou o crescimento das plantas de araçá-boi, considerando que este elemento no solo natural encontra-se muito baixo ( $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ), de acordo com (CFSEMG, 1999). Portanto, ausência de P pode ter comprometido o metabolismo da planta, já que a sua principal função desempenhada na planta está relacionada ao armazenamento e transferência de energia (MALAVOLTA, 2006).

Freitas et al. (2011), trabalhando com sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce, constatou que a omissão de P foi um dos nutrientes que mais limitaram a produção da MSR, MSPA, e MST da planta de maracujá-doce. Este resultado corrobora em parte com obtido nesta pesquisa. Segundo Malavolta (1980) e Marschner (1995), entre as importantes funções exercidas pelo P na planta, o seu papel na síntese de proteínas determina que sua carência se reflita no menor crescimento da planta.

Para Grant et al. (2001), as limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições do desenvolvimento, das quais as plantas não se recuperam posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. Pois o P é o nutriente mais limitante para a produtividade de biomassa em plantas cultivadas em solos tropicais (NOVAIS; SMYTH, 1999). Isto ocorre em decorrência da alta deficiência deste elemento nos solos brasileiros, devido à alta capacidade de fixação do fósforo

adicionado ao solo, através de mecanismos de absorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade às plantas (SANDIM et al., 2008).

Outra explicação para o ocorrido é a interação dos nutrientes no solo devido a elevação do pH do solo ter aumentado com a disponibilidade de nutrientes. Outro fator que deve ser levado em consideração é a demanda de fósforo pela cultura; plantas em intenso desenvolvimento requerem maior nível de fósforo em solução (SANDIM et al., 2008).

Estudo realizado por Fernandes et al. (2000) demonstrou também que a ausência de P foi a segunda maior redução de crescimento para a cultura da acerola em solos ácidos e de baixa fertilidade. A redução do crescimento em plantas deficientes de P deve-se ao processo como a síntese de proteica e fotossíntese, uma vez que são realizados com a participação de compostos fosfatados (ALVARENGA, 2004).

Para o nutriente menos limitante, a omissão de K favoreceu as demais características de crescimento avaliadas. Esse fato indica, possivelmente, que o K presente no solo foi suficiente para o desenvolvimento inicial do araçá. Isto indica que a omissão de K contribuiu com o aumento na absorção de Ca (MALAVOLTA, 2006).

O tratamento com a omissão de K (na presença da calagem) como fator não limitante, foi também observada por Duboc et al. (1996a;1996b) para a espécie *Hymenaea coubaril* (jatobá) espécies *Hymenaea coubaril* (jatobá) e *Copaífera langslorffi* (copaíba), os quais verificaram que a omissão de K na adubação não reduziu o crescimento em altura e diâmetro, e nem a produção da matéria seca da parte aérea das plantas.

De modo geral, os tratamentos que apresentaram maior desenvolvimento das plantas de araçá-boi em altura, diâmetro, MSF, MSPA, MSR e MST foram a omissão individual de N (T<sub>3</sub>) e K (T<sub>5</sub>). Tal fato pode ser explicado devido à contribuição de N presente tanto na forma inorgânica, quanto orgânica do solo. Pois, com a calagem há um aumento na mineralização da matéria orgânica, disponibilizando nutrientes, e especificamente o N, contribuindo para o desenvolvimento da espécie.

A relação parte aérea e raiz (RPAR) das plantas de araçá-boi, apesar da análise de variância (Tabela 4 A) ter apontado a existência de um contraste não nulo para essa espécie, o teste de média não o constatou. As alterações promovidas na parte aérea foram proporcionais às da raiz, não alterando essa relação. Esses resultados indicam que as plantas de araçá-boi não desenvolveram sistema radicular como mecanismo para compensar a deficiência de nutriente no solo. A omissão de calagem, P e Ca foram os que mais afetaram a matéria seca da raiz sendo inferior ao tratamento completo e superior ao tratamento natural.

Quanto às omissões isoladas de micronutrientes (Zn, Mn, Cu), estas não afetaram as características avaliadas, tendo em vista que seus resultados não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 5.2). Pode-se explicar tal fato, admitindo-se que a concentração desses nutrientes acumulados nas sementes e/ou teores disponíveis no solo tenha sido mobilizado para os órgãos das plantas satisfazendo suas necessidades.

### **Acúmulo de nutrientes**

Os resultados expressos na análise de variância demonstram que houve efeitos da correção da acidez do solo e da omissão de nutrientes para o acúmulo de nutriente nas plantas do araçá-boi (Tabelas 6A e 7A). A omissão de N, P, K, Ca, Mg e B resultaram em menores teores destes nutrientes (Tabelas 10A e 11A).

Nas tabelas 5.3 e 5.4 estão expressos os acúmulos de macro e micronutrientes encontrados na matéria seca da parte aérea das mudas de araçá-boi. De acordo com os resultados, verificou-se que a absorção de nutrientes pelas plantas de araçá-boi foi afetada pela omissão de Ca e de P, pois o acúmulo de macro e micronutrientes nos tratamentos com a omissão desses nutrientes (T<sub>6</sub> e T<sub>4</sub>) foram inferiores ao acúmulo de nutrientes do tratamento completo (T<sub>15</sub>). Estes resultados evidenciam que a correção da acidez do solo ou mesmo adubações sem a adição de Ca e P pouco contribuem em termos de absorção dos demais nutrientes, pois os resultados dos tratamentos onde se omitiu Ca e P, a absorção de nutrientes foi estatisticamente igual ao tratamento sem correção e adubação (T<sub>15</sub>).

Wallau et al. (2008), trabalhando com concentração e acúmulo de macronutrientes em mudas de mogno cultivada em solução nutritiva, onde também avaliou a produção da matéria seca da planta, constatou também que o Ca está entre os nutrientes que mais afetou a produção da matéria seca total das plantas, o que corrobora com o resultado obtido nesta pesquisa.



Tabela 5.3. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de araçá-boi em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 120 dias após transplântio submetidas a diferentes condições nutricionais.

| Tratamento                            | N       | P      | K       | Ca      | Mg     | S      |
|---------------------------------------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|
| mg unidade experimental <sup>-1</sup> |         |        |         |         |        |        |
| T <sub>1</sub> (Completo)             | 25,16 b | 1,87 b | 25,68 a | 11,41 c | 2,81 b | 3,57 b |
| T <sub>2</sub> (-Calagem)             | 27,25 b | 1,42 b | 14,57 a | 4,26 d  | 2,09 b | 2,89 c |
| T <sub>3</sub> (-N)                   | 15,00 c | 1,24 b | 8,44 b  | 6,10 d  | 2,07 b | 2,34 c |
| T <sub>4</sub> (-P)                   | 11,84 c | 0,40 c | 8,49 b  | 6,97 d  | 1,72 b | 1,34 d |
| T <sub>5</sub> (-K)                   | 56,30 a | 2,57 a | 7,23 b  | 33,27 a | 9,66 a | 6,50 a |
| T <sub>6</sub> (-Ca)                  | nd      | 0,19 c | 1,35 b  | 0,21 d  | 0,56 b | 0,26 d |
| T <sub>7</sub> (-Mg)                  | 25,97 b | 2,42 a | 27,60 a | 16,06 b | 1,44 b | 3,62 b |
| T <sub>8</sub> (-S)                   | 33,28 b | 2,59 a | 30,82 a | 16,19 b | 3,78 b | 3,87 b |
| T <sub>9</sub> (-Zn)                  | 23,28 b | 1,49 b | 19,06 a | 9,86 c  | 2,15 b | 2,30 c |
| T <sub>10</sub> (-Mn)                 | 20,47 b | 1,48 b | 19,07 a | 9,00 c  | 2,19 b | 2,21 c |
| T <sub>11</sub> (-Cu)                 | 22,92 b | 1,38 b | 18,16 a | 8,33 c  | 2,07 b | 1,95 c |
| T <sub>12</sub> (-B)                  | 27,58 b | 1,44 b | 21,50 a | 9,71 c  | 2,54 b | 2,43 c |
| T <sub>13</sub> (-Cl)                 | 27,73 b | 1,39 b | 20,06 a | 9,55 c  | 2,46 b | 2,40 c |
| T <sub>14</sub> (-Mo)                 | 27,37 b | 1,85 b | 24,58 a | 10,04 c | 2,59 b | 2,80 c |
| T <sub>15</sub> (Natural)             | 4,56 c  | 0,20 c | 2,5 b   | 0,95 d  | 0,52 b | 0,56 d |

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao acúmulo de N, este apresentou os maiores incrementos no tratamento menos K, enquanto os menores foram observados nos tratamentos menos N, menos P e solo natural. O menor acúmulo de N ao omitir este nutriente era esperado. Já para a omissão de P, isto pode estar relacionado ao menor desenvolvimento das plantas e conseqüentemente baixo acúmulo de N. Para o solo natural, o menor incremento de N demonstram que há necessidade da correção da acidez do solo.

Para o acúmulo de P, este foi menor na omissão de P, omissão de Ca e solo natural, enquanto que os maiores foram observados nos tratamento menos K, Mg e S. Por outro lado, o acúmulo de K foi menor nos tratamentos menos N, P, K, Ca e solo natural. Em relação ao acúmulo de Ca, este foi maior na omissão de K, enquanto que os menores foram observados na omissão de N, P, Ca, calagem e solo natural. Já para os acúmulos de Mg e S, os maiores incrementos foram observados quando se omitiu K. Entretanto, para o menor acúmulo de S, este foi observado quando se omitiu P, Ca e cultivado em solo natural.

Segundo Natale et al. (2007), trabalhando com efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira pertencente a mesma família do araçá-boi, verificou, também, o efeito positivo dos tratamento nas plantas, pois a calagem promoveu melhoria dos atributos químicos do solo ligados à acidez, elevando o pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB e V e diminuindo o H + Al, até 60 cm de profundidade. Dessa forma, a calagem promove um

crescimento com maior rapidez, aumentando assim, o índice de estabelecimento das mudas no campo (SILVA et al. 2007).

A omissão de Ca e P, como fatores limitantes à absorção de macro e micronutrientes pelas mudas de araçá-boi, foi também observada no crescimento, onde as menores respostas foram constatadas na altura, diâmetro, e produção de matéria seca da parte aérea, raiz e matéria seca total (Tabela 4. 2), foram observadas nos tratamentos em que o Ca e P foi omitido da adubação (T<sub>6</sub> e T<sub>4</sub>). Estes resultados demonstram a importância deste nutriente para a formação das mudas de araçá-boi.

O P foi o nutriente mais limitante para a absorção de macronutrientes. Devido ser considerado um nutriente primordial para o desenvolvimento das plantas, sendo intermediário de processos como a respiração e a fotossíntese (MAATHUIS et al., 2009), as limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições do desenvolvimento, das quais as plantas não se recuperam posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (GRANT et al., 2001). A influência do P no acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de araçá-boi também pode ser verificada em estudo Macedo et al. (2012) utilizando um Latossolo Amarelo distrófico, muito argiloso da região de Manaus.

O tratamento com omissão de Ca foi o qual apresentou os menores valores de nutrientes acumulados, com resultados abaixo daqueles observados quando não se aplicou nutrientes (natural), embora ambos os tratamentos sejam estatisticamente iguais. Esses resultados demonstram a importância do Ca para o araçá-boi na fase inicial de desenvolvimento. Resultados que podem ser confirmados ao verificar também que houve menor crescimento de plantas no tratamento em que se omitiu este elemento (Tabela 4. 2).

A importância do Ca foi relatada por Marques et al. (2004) ao trabalhar com o crescimento inicial do Paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva, o qual constatou que a produção da matéria seca das plantas com a omissão de Ca e P também se mostrou bastante limitada depois do N, o que contribui em partes com presente estudo.

A omissão de K favoreceu também a absorção de Ca, Mg, e S, sendo bem menores os valores de conteúdo de nutrientes para os demais tratamentos. Em relação ao Ca, resultados semelhantes foram observados por Moretti et al. (2011) em estudo com omissão de nutrientes no crescimento de mudas de cedro australiano (*Toonaciliata*), podendo este comportamento

poder ser justificado pelo fato de haver inibição competitiva entre o K e o Ca no processo de absorção (MALAVOLTA, 2006).

O tratamento como omissão de calagem apresentou valores superiores ao tratamento sem adubação (natural) e inferiores ao tratamento completo, porém não diferem estatisticamente. Observa-se também que a omissão de calagem apresentou uma concentração menor de Ca e Mg quando comparada ao tratamento completo, no entanto, não reduziu o conteúdo de nitrogênio, potássio, enxofre e fósforo.

No que se refere ao acúmulo de macronutrientes na MSPA das plantas no tratamento completo, os nutrientes mais absorvidos, em ordem decrescente foram N (25,94 g), K (25,68 g), Ca (11,41g), P (1,87), S (3,57) e Mg (2,81). Tais resultados demonstram a importância desses nutrientes na fase inicial de desenvolvimento do araçá-boi, especialmente do N.

Em relação ao acúmulo de micronutrientes, os resultados mostram que houve efeito significativo ao nível de 5%, pelo teste Scott Knott, para os nutrientes, B, Cu, Fe, Mn e Zn para as plantas de araçá-boi (Tabela 5.4).

Tabela 5.4. Acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de araçá-boi em função da omissão da calagem e de nutrientes aos 120 dias após transplântio submetidas a diferentes condições nutricionais.

| Tratamento                | B        | Cu     | Fe       | Mn       | Zn       |
|---------------------------|----------|--------|----------|----------|----------|
|                           |          |        |          |          |          |
| T <sub>1</sub> (Completo) | 68,14 b  | 4,03 a | 135,24 a | 403,86 b | 101,16 b |
| T <sub>2</sub> (-Calagem) | 57,35 b  | 2,76 c | 55,14 b  | 371,80 b | 60,87 c  |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 54,87 b  | 2,27 c | 59,34 b  | 165,56 c | 51,92 c  |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 28,16 c  | 1,81 c | 83,16 b  | 155,91 c | 34,69 c  |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 116,61 a | 5,74 a | 150,68 a | 866,39 a | 117,34 b |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | Nd       | 0,71 c | 9,29 b   | Nd       | 7,02 c   |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 54,33 b  | 4,15 b | 153,84 a | 401,07 b | 71,40 b  |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 71,51 b  | 3,84 b | 167,31 a | 413,13 b | 90,75 b  |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 71,72 b  | 2,01 c | 130,24 a | 484,07 b | 87,93 b  |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 58,37 b  | 1,86 c | 116,29 a | 163,44 c | 97,67 b  |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 45,09 c  | 1,37 c | 99,04 a  | 275,17 b | 81,44 b  |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 38,05 c  | 2,13 c | 111,37 a | 462,44 b | 76,35 b  |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 62,73 b  | 1,95 c | 115,35 a | 299,50 b | 91,37 b  |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 59,12 b  | 2,04 c | 93,05 a  | 315,74 b | 175,27 a |
| T <sub>15</sub> (Natural) | 10,26 c  | 0,63 c | 27,30 b  | 47,09 c  | 32,95 c  |

COMPL=Completo; nd= não determinado; B= Boro; Cu= Cobre; Fe= Ferro; Mn=Manganês; Zn= Zinco. Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao acúmulo de B, este foi menor quando se omitiu P, Cu, B e cultivado em solo natural. Por outro lado, o maior incremento foi observado quando se omitiu K. Já para o

acúmulo de Cu, este foi maior quando se omitiu K e no tratamento completo. Para o acúmulo de Fe, este foi menor quando se omitiu calagem, N, P, Ca e cultivado em solo natural. Por outro lado, para o Mn, este foi maior quando se omitiu K e o menor quando se omitiu N, P, Mn e quando cultivado em solo natural. E em relação ao acúmulo de Zn, este foi maior quando omitiu Mo e menor quando se omitiu calagem, N, P, Ca e cultivado em solo natural.

A omissão de K foi o que favoreceu a absorção de todos os micronutrientes avaliados (Tabela 5.4), assim como verificado para o crescimento das plantas e absorção de macronutrientes (Tabela 5.2 e 5.3). Observa-se que a maior absorção dos nutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) ocorreu no tratamento com omissão de K, e a menor absorção nos tratamentos com omissão de P e com solo natural (Tabela 5.4). Esses resultados estão de acordo com o esperado, pois o acúmulo de nutrientes foi calculado com base na MSPA.

O tratamento que mais limitou a absorção de micronutrientes foi aquele com omissão Ca, sendo seus valores inferiores até mesmo ao tratamento com solo natural. Estes resultados também podem ser observados para a absorção de macronutrientes (Tabela 5.3), bem como para as variáveis de crescimento (Tabela 5.2). Isso é um indicativo de que o araçá-boi é exigente em Ca na fase inicial de crescimento.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 13, verificou-se que o conteúdo de micronutrientes foi muito baixo quando comparados ao tratamento completo e estatisticamente similar ao tratamento sem adubação (T<sub>15</sub>).

De acordo com a Tabela 4.4, o K foi considerado melhor tratamento, pois sua omissão não influenciou na concentração de micronutrientes quando comparado aos demais tratamentos, elevando expressivamente o conteúdo dos micronutrientes Mn e Zn na planta de araçá-boi, e o pior tratamento foi aquele com omissão Ca quando comparados ao tratamento completo e maior quando equiparado ao tratamento natural.

O conteúdo de macronutriente nutrientes na parte área do tratamento completo das plantas de araçá-boi obedeceu a seguinte ordem: N > K > Ca > P > S > Mg. Para o tratamento completo, o conteúdo de micronutrientes na parte aérea das plantas de araçá-boi obedeceu a seguinte ordem: Mn > Fe > Zn > B e Cu.

## 5.4 CONCLUSÃO

- a) O crescimento inicial do araçá-boi foi afetado pela fertilidade do solo; a baixa disponibilidade de Ca e P, e a ausência de calagem do solo;

- b) A omissão de Ca e P afetaram todas as variáveis biométricas, exceto o diâmetro com a omissão de P;
- c) As plantas apresentaram melhor crescimento quando o solo não foi corrigido com K.
- d) A ordem decrescente de limitação foi  $Ca > P > Cu > Cl > Mg > Zn > B > Mn > S > Mo > K > N$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, F. E; TERMAN, G. L; CLEMENT, L. B. **Greenhouse techniques for soil plant fertilizer research**. Muscleshoals: National Fertilizer Development Center, 1976. 55p.
- ALVARENGA, M. A, R. Tomate: **Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **Acidez do solo e calagem**. Boletim número 1. São Paulo, 1991. P 17.
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 6. ed, 1996. 279p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Nutrição do jatobá (*Hymenala courbaril* L. var. *Stilbocarba* (Haene) Lee et lang). **Cerne**, v. 2, n. 1, p.138-152, 1996a.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Cerne**, v.2, n.2, p.31-47, 1996b.
- FALCÃO, M. A.; GALVÃO, R. M. S.; CLEMENT, C. R.; FERREIRA, S. A. N.; SAMPAIO, S. G. Fenologia e Produtividade do Araça-Boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, v. 30, n.1, p. 9-21, 2000.
- FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. da. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Revista Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p.337-342, 2004.
- FERNANDES, A. A.; SILVA, G. D. ; MARTINEZ, H. E. P.; BRUCKNER. Sintomas de deficiência minerais e quantificação de macronutrientes em mudas de aceroleira. **Ceres**, v. 47, n. 274, p. 639-650, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.
- FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de.; VASCONCELLOS, M. A. da. S. Sintomas visuais de deficiência de Macronutrientes e boro em Maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1329-1341, 2011.
- FREIRE, J, C; RIBERIO, M. A.V; BAHIA, V. G; LOPES, A. S; AQUINO, L. H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de lavras Mg. **Revista brasileira de Ciência do solo**, v. 4 n. 1, p. 5-8, 1980.
- GRANT, C. A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, 2001.

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo**. Trad. e Adapt. São Paulo, ANDA/POTAFOS. 1989. 87p.

MAATHUIS, M. H; KALISCH, M.; BUHLMANN, P. “Estimating High-Dimensional Intervention Effects from Observational Data.” **Annals of Statistics**, v. 37, p. 3133-3164, 2009.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. de O.; PAULINO, M. A. de O.; SILVEIRA, H. R. de O.; FERNANDES, L. A. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pinhão-mansô. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p 174-179, 2011.

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C. calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 3, p. 405-412, 2012.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed, São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M. P. C; MOTA, P. E. F. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, v.10, n. 2, p.184-195, 2004.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, p 2912-2925. 2009.

MORETTI, B. S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 453-463, 2011.

NATALE, W; PRADO, R. de M; ROZANE, D. E; ROMUALDO, L. M; Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31. p. 1475-1485, 2007.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

PINEDO, M. H.; RAMIREZ, N. F.; BLASCO, L. M. **Notas preliminares sobre el araza (*Eugenia stipitata*) frutal nativo de la Amazônia Peruana**. Lima: MAA-INIA/IICA, 1981. 59p.

PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociências**, v. 9, n. 3, p. 7-16, 2003.

ROQUE, C. G.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 485-490, 2004.

SANDIM, A.; VIAN, J. D.; SILVA, A. R. B.; CAMILI, E. C.; SILVA, P. R. A.; MONGELO, A. I. **Avaliação de altura de plantas e número de gemas por metro da cultivar RB 83-5486 d cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) em diferentes fontes fosfatadas na adubação de base em Campo Grande – MS. FertBio: Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental**, 2008.

SILVA, R de N. P. **Crescimento e sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de curauá (*Ananas erectifolius* L B Smith)**. 2006. 54 p. (Dissertação de mestrado)-Faculdade de Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

SILVA, W, G, da.; TUCCI, C, A, F.; HARA, F, A, dos, S.; SANTOS, R, A, C, dos. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Latossolo Amarelo. **Revista Acta Amazônica**, v. 37, n 3, p. 371-376, 2007.

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

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian Amazon Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 84, p. 843-850, 1992.

TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 142p. (Tese de Doutorado).

VIÉGAS, I. de. J. M.; THOMÁS, M. M.; SILVA, da. F. J.; CONCEIÇÃO, da. O. E. H.; Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VITTI, G. C. 1987. Acidez do Solo, Calagem e Gessagem, In: FERNANDES, F. M. & V. M. NASCIMENTO (eds.). **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas, Fundação Cargill, p. 303-19.

WALLAU, R, L, R de.; SOARES, A, P.; CAMARGOS, E, L. Concentração de nutrientes e acúmulo de macronutrientes em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Revista Ciência Agro- Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2008.



## APENDICE

**Tabela 1 A.** Resumo da análise de variância relativo ao diâmetro de colo (D), altura (AL), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação parte área raiz (PA/R) das plantas de camu-camu sob a omissão de nutrientes e a correção da acidez.

| F.V     | G.L | D                   | AL                    | MSC                 | MSF                   | MSPA                | MSR                 | MST                 | PA/R                |
|---------|-----|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         |     | Bloco               | 3                     | 1,145 <sup>ns</sup> | 697,844 <sup>**</sup> | 1,011 <sup>ns</sup> | 0,369 <sup>ns</sup> | 2,650 <sup>ns</sup> | 1,021 <sup>ns</sup> |
| Trat    | 14  | 2,283 <sup>**</sup> | 503,931 <sup>**</sup> | 1,020 <sup>**</sup> | 0,252 <sup>ns</sup>   | 2,376 <sup>*</sup>  | 1,491 <sup>**</sup> | 7,446 <sup>**</sup> | 0,113 <sup>*</sup>  |
| Resíduo | 42  | 0,586               | 141,623               | 0,394               | 0,134                 | 0,940               | 0,567               | 2,819               | 0,053               |
| CV (%)  |     | 23,70               | 34,36                 | 66,90               | 61,22                 | 63,52               | 59,83               | 60,26               | 20,47               |

Significativo (\*\*) a 1% de probabilidade pelo teste F; significativo (\*) a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2 A.** Resumo da análise de variância do acúmulo de macronutriente N e os micronutriente Mn e B na matéria seca da parte aérea em mudas de camu-camu aos 150 dias após o transplantio.

| F.V     | GL | Quadrado Médio       |                        | GL | Quadrado Médio        |
|---------|----|----------------------|------------------------|----|-----------------------|
|         |    | N                    | Mn                     |    | B                     |
| Bloco   | 3  | 1164,97 <sup>*</sup> | 8902,79 <sup>ns</sup>  | 3  | 2601,63 <sup>ns</sup> |
| Trat    | 13 | 697,14 <sup>ns</sup> | 11964,45 <sup>**</sup> | 12 | 3002,35 <sup>**</sup> |
| Resíduo | 39 | 15549,35             | 3176,85                | 36 | 966,25                |
| CV (%)  |    | 61,68                | 67,53                  |    | 63,27                 |

**Tabela 3 A.** Resumo da análise de variância do acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea em mudas de camu-camu aos 150 dias após o transplantio.

| F.V     | G.L | Quadrado Médio         |                      |                        |                        |                      |                      |
|---------|-----|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|         |     | N                      | P                    | K                      | Ca                     | Mg                   | S                    |
| Bloco   | 3   | 5146,228 <sup>ns</sup> | 19,825 <sup>ns</sup> | 2193,947 <sup>ns</sup> | 1169,378 <sup>*</sup>  | 71,921 <sup>ns</sup> | 64,733 <sup>ns</sup> |
| Trat    | 14  | 4733,649 <sup>*</sup>  | 23,157 <sup>**</sup> | 4016,863 <sup>**</sup> | 1089,951 <sup>**</sup> | 63,905 <sup>*</sup>  | 60,982 <sup>*</sup>  |
| Resíduo | 42  | 2432,022               | 9,011                | 1289,218               | 357,318                | 27,310               | 28,258               |
| CV (%)  |     | 63,24                  | 58,74                | 60,18                  | 57,56                  | 61,49                | 59,64.               |

**Tabela 4 A.** Resumo da análise de variância do acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea em mudas de camu-camu aos 150 dias após o transplantio.

| F.V   | G.L | Quadrado Médio          |                      |                         |                           |                         |
|-------|-----|-------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
|       |     | B                       | Cu                   | Fe                      | Mn                        | Zn                      |
| Bloco | 3   | 33172,684 <sup>ns</sup> | 53,933 <sup>ns</sup> | 113973,328 <sup>*</sup> | 918241,620 <sup>ns</sup>  | 50231,310 <sup>ns</sup> |
| Trat  | 14  | 35216,858 <sup>**</sup> | 54,149 <sup>*</sup>  | 83164,951 <sup>*</sup>  | 1450606,443 <sup>**</sup> | 88188,501 <sup>**</sup> |
| Res   | 42  | 12822,088               | 24,151               | 37811,835               | 525088,285                | 27562,035               |
| CV    |     | 60,81                   | 57,39                | 55,40                   | 68,32                     | 58,34                   |

**Tabela 5 A.** Resumo da análise de variância relativo ao diâmetro de colo (D), altura (AL), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação parte área raiz (PA/R) das plantas de araçá-boi sob a omissão de nutrientes e a correção da acidez.

| F.V     | G.L | D                   | AL                    | MSC                 | MSF                  | MSPA                | MSR                 | MST                 | PA/R                |
|---------|-----|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         |     | Bloco               | 3                     | 0,184 <sup>ns</sup> | 15,364 <sup>ns</sup> | 0,003 <sup>ns</sup> | 0.036 <sup>ns</sup> | 0,053 <sup>ns</sup> | 0,011 <sup>ns</sup> |
| Trat    | 14  | 0,923 <sup>**</sup> | 129,276 <sup>**</sup> | 0,034 <sup>**</sup> | 0.323 <sup>**</sup>  | 0,552 <sup>**</sup> | 0,087 <sup>**</sup> | 1,052 <sup>**</sup> | 0,062 <sup>**</sup> |
| Resíduo | 42  | 0,176               | 18,449                | 0,007               | 0.060                | 0,106               | 0,025               | 0,223               | 0,023               |
| CV (%)  |     | 17,81               | 20,02                 | 44,24               | 42,40                | 41,86               | 44,07               | 41,57               | 48,84               |

Significativo (\*\*) a 1% de probabilidade pelo teste F; significativo (\*) a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 6 A.** Resumo da análise de variância do acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea em mudas de araçá-boi aos 120 dias após o transplantio.

| F.V     | G.L | Quadrado Médio        |                      |                       |                       |                     |                     |
|---------|-----|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|         |     | N                     | P                    | K                     | Ca                    | Mg                  | S                   |
| Bloco   | 3   | 44,388 <sup>ns</sup>  | 1,238 <sup>ns</sup>  | 36,835 <sup>ns</sup>  | 6,394 <sup>ns</sup>   | 0,531 <sup>ns</sup> | 0.598 <sup>ns</sup> |
| Trat    | 14  | 586,673 <sup>**</sup> | 18,946 <sup>**</sup> | 572.221 <sup>**</sup> | 137,901 <sup>**</sup> | 7,071 <sup>**</sup> | 7.856 <sup>**</sup> |
| Resíduo | 42  | 90,655                | 2.732                | 90,377                | 11,169                | 0,953               | 1.288               |
| CV (%)  |     | 41,18                 | 42,12                | 43,77                 | 45,13                 | 41,29               | 40.76               |

**Tabela 7 A.** Resumo da análise de variância do acúmulo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea em mudas de araçá-boi aos 120 dias após o transplantio.

| F.V         | G.L | Quadrado Médio         |                      |                        |                         |                       |
|-------------|-----|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
|             |     | B                      | Cu                   | Fe                     | Mn                      | Zn                    |
| Bloco       | 3   | 86,588 <sup>ns</sup>   | 2,308 <sup>ns</sup>  | 538,669 <sup>ns</sup>  | 400.099 <sup>ns</sup>   | 57,426 <sup>ns</sup>  |
| Tratamentos | 14  | 1827,379 <sup>**</sup> | 11,547 <sup>**</sup> | 6167,662 <sup>**</sup> | 11929.515 <sup>**</sup> | 913,070 <sup>**</sup> |
| Resíduo     | 42  | 211,765                | 3,005                | 941,120                | 792.028                 | 104,464               |
| CV (%)      |     | 44,88                  | 41,58                | 42,65                  | 45.62                   | 42,99                 |

**Tabela 8 A.** Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de camu-camu aos 150 dias após transplântio.

| <b>Tratamento</b>         | <b>N</b> | <b>P</b> | <b>K</b><br><b>g kg<sup>-1</sup></b> | <b>Ca</b> | <b>Mg</b> | <b>S</b> |
|---------------------------|----------|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|----------|
| T <sub>1</sub> (Completo) | 21,70    | 2,71     | 20,91                                | 7,87      | 1,97      | 2,19     |
| T <sub>2</sub> (-Calagem) | 18,30    | 4,02     | 18,36                                | 3,27      | 1,93      | 2,58     |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 13,00    | 1,80     | 10,33                                | 8,77      | 2,37      | 1,60     |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 20,20    | 1,02     | 11,67                                | 7,14      | 2,56      | 1,41     |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 22,50    | 1,95     | 4,91                                 | 11,93     | 2,97      | 2,13     |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | nd       | 4,83     | 8,83                                 | 2,01      | 5,64      | 2,37     |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 18,20    | 3,27     | 23,98                                | 7,37      | 1,15      | 2,31     |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 20,90    | 3,58     | 21,17                                | 5,44      | 1,70      | 2,51     |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 22,20    | 4,25     | 23,47                                | 5,35      | 1,82      | 2,65     |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 21,60    | 4,37     | 23,21                                | 4,62      | 1,81      | 3,04     |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 20,50    | 4,13     | 25,00                                | 4,82      | 1,89      | 3,21     |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 21,90    | 4,37     | 24,74                                | 5,05      | 1,97      | 2,65     |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 21,70    | 4,13     | 22,96                                | 5,23      | 2,23      | 2,51     |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 21,10    | 4,88     | 23,21                                | 5,58      | 2,04      | 2,80     |
| T <sub>15</sub> (Natural) | 17,40    | 1,57     | 14,60                                | 2,55      | 2,29      | 1,51     |

nd – não determinado.

**Tabela 9 A.** Teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de camu-camu aos 150 dias após transplântio.

| <b>Tratamento</b>         | <b>B</b> | <b>Cu</b> | <b>Fe</b><br><b>mg kg<sup>-1</sup></b> | <b>Mn</b> | <b>Zn</b> |
|---------------------------|----------|-----------|--|-----------|-----------|
| T <sub>1</sub> (Completo) | 31,37    | 3,74      | 79,01                                  | 50,27     | 23,52     |
| T <sub>2</sub> (-Calagem) | 24,58    | 3,59      | 41,72                                  | 15,86     | 27,12     |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 42,68    | 3,15      | 76,13                                  | 60,17     | 21,77     |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 39,32    | 4,20      | 81,42                                  | 52,58     | 22,39     |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 41,53    | 2,68      | 82,83                                  | 107,98    | 33,51     |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | nd       | 5,80      | 79,35                                  | nd        | 23,30     |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 26,19    | 3,86      | 62,66                                  | 61,41     | 19,50     |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 27,85    | 3,64      | 51,61                                  | 60,97     | 17,82     |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 23,80    | 2,92      | 78,45                                  | 50,70     | 14,87     |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 22,27    | 3,56      | 49,68                                  | 27,03     | 15,43     |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 28,70    | 6,51      | 64,22                                  | 44,45     | 16,67     |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 14,66    | 4,57      | 53,17                                  | 51,46     | 19,03     |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 27,01    | 3,34      | 53,36                                  | 42,70     | 17,50     |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 29,58    | 2,90      | 47,44                                  | 48,17     | 16,12     |
| T <sub>15</sub> (Natural) | nd       | 4,99      | 61,01                                  | 11,82     | 28,25     |

nd – não determinado.

**Tabela 10 A.** Teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de araçá-boi aos 120 dias após transplantio.

| Tratamento                | N     | P    | K     | Ca    | Mg   | S    |
|---------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|
|                           |       |      |       |       |      |      |
| T <sub>1</sub> (Completo) | 29,50 | 2,19 | 30,10 | 13,38 | 3,29 | 4,18 |
| T <sub>2</sub> (-Calagem) | 42,00 | 2,19 | 22,45 | 6,56  | 3,22 | 4,45 |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 16,50 | 1,65 | 11,67 | 9,06  | 2,85 | 3,04 |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 35,90 | 1,22 | 25,76 | 21,12 | 5,20 | 4,05 |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 36,20 | 1,65 | 4,65  | 21,39 | 6,21 | 4,18 |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | nd    | 3,17 | 22,45 | 3,40  | 9,27 | 4,31 |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 30,00 | 2,80 | 31,88 | 18,55 | 1,66 | 4,18 |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 29,20 | 2,27 | 27,04 | 14,21 | 3,32 | 3,40 |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 26,80 | 1,72 | 21,94 | 11,35 | 2,47 | 2,65 |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 20,80 | 1,50 | 19,38 | 9,14  | 2,22 | 2,25 |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 33,80 | 2,03 | 26,78 | 12,28 | 3,05 | 2,88 |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 30,10 | 1,57 | 23,47 | 10,60 | 2,77 | 2,65 |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 34,20 | 1,72 | 24,74 | 11,78 | 3,03 | 2,96 |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 26,70 | 1,80 | 23,98 | 9,79  | 2,53 | 2,73 |
| T <sub>15</sub> (Natural) | 20,60 | 0,89 | 11,29 | 4,30  | 2,33 | 2,51 |

nd – não determinado.

**Tabela 11A.** Teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de araçá-boi aos 120 dias após transplantio.

| Tratamento                | B     | Cu    | Fe     | Mn     | Zn     |
|---------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                           |       |       |        |        |        |
| T <sub>1</sub> (Completo) | 79,88 | 4,72  | 158,55 | 473,46 | 118,59 |
| T <sub>2</sub> (-Calagem) | 88,38 | 4,25  | 84,97  | 572,97 | 93,81  |
| T <sub>3</sub> (-N)       | 74,97 | 2,97  | 83,46  | 157,54 | 68,66  |
| T <sub>4</sub> (-P)       | 85,37 | 5,48  | 252,07 | 472,61 | 105,15 |
| T <sub>5</sub> (-K)       | 74,97 | 3,69  | 96,88  | 557,03 | 75,44  |
| T <sub>6</sub> (-Ca)      | nd    | 11,67 | 153,68 | nd     | 116,12 |
| T <sub>7</sub> (-Mg)      | 62,75 | 4,79  | 177,69 | 463,24 | 82,47  |
| T <sub>8</sub> (-S)       | 62,75 | 3,37  | 146,81 | 362,51 | 79,63  |
| T <sub>9</sub> (-Zn)      | 82,55 | 2,31  | 149,90 | 557,15 | 101,21 |
| T <sub>10</sub> (-Mn)     | 59,30 | 1,89  | 118,14 | 166,05 | 99,23  |
| T <sub>11</sub> (-Cu)     | 66,48 | 2,02  | 146,03 | 405,70 | 120,07 |
| T <sub>12</sub> (-B)      | 41,53 | 2,33  | 121,55 | 504,72 | 83,33  |
| T <sub>13</sub> (-Cl)     | 77,36 | 2,41  | 142,25 | 369,33 | 112,67 |
| T <sub>14</sub> (-Mo)     | 57,67 | 1,99  | 90,77  | 308,01 | 170,98 |
| T <sub>15</sub> (Natural) | 46,32 | 2,83  | 123,26 | 212,64 | 148,79 |

nd – não determinado.