



**KARINE SIMÕES FERREIRA**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE  
ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

**SETE LAGOAS – MG**

**2014**

**KARINE SIMÕES FERREIRA**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA  
ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei/*campus* de Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador:

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador:

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

**SETE LAGOAS-MG**

**2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.**

---

F383c      Ferreira, Karine Simões, 1987-  
2014      Crescimento e Acúmulo de Nutrientes em Mudanças de Aceroleira Adubadas com  
            Nitrogênio e Potássio/ Karine Simões Ferreira, -- 2014.  
            49 f. : il.

Orientador: José Carlos Moraes Rufini  
Coorientador: Silvino Guimarães Moreira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.  
Inclui bibliografia.

1. Acerola - Nutrientes - Teses. 2. Acerola - Adubação - Teses. 3. Malpighia  
emarginata. I. Rufini, José Carlos Moraes. II. Moreira, Silvino Guimarães. III.  
Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

---

**KARINE SIMÕES FERREIRA**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA  
ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei/*campus* de Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof.Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador: Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Sete Lagoas, 31 de Julho de 2014

Banca examinadora:

Profa. Dra. Maria do Céu Monteiro Cruz – UFVJM

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva – UFVJM

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini – UFSJ

---

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini - UFSJ

*“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”. (Marcel Proust)*

***Epígrafe***

**OFEREÇO**

*À Deus, pela constante presença em minha vida!*

*Ao meu pai, que sempre foi motivo de inspiração e agora vive com o senhor Jesus.*

**DEDICO**

*À minha mãe, pelo exemplo de vida, incentivo e força!*

*Ao meu namorado Eder, pelo companheirismo e amor incondicional!*

## AGRADECIMENTOS

À UFSJ pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Rufini, pela confiança, ensinamentos e prestatividade.

Ao meu co-orientador Silvino, pela ajuda constante e incentivo.

À banca de defesa, pela disponibilidade e engrandecimento do trabalho.

Ao proprietário do pomar, Sr. Pedro, por disponibilizar as plantas para execução desse trabalho.

À minha amiga Renata Lupp, pela ajuda em todos os momentos de condução do experimento, paciência e amizade sincera.

Aos colegas de mestrado, em especial, minha amiga Janaína Rezende, por deslocar de BH para me auxiliar, pelos momentos de desabafos e descontração.

Às minhas amigas Thatiane Padilha e Mayara Santos por me auxiliar nas correções, dúvidas constantes, incentivos e risadas.

Aos bolsistas do PET, em especial, à Mariana Alves que não mediu esforços para ajudar.

À Deniete, Marthinha, Adriano e Lorena pela ajuda na fase inicial do experimento.

Às companheiras de república, Lívia, Tamara e Roberta pelo apoio, alegria, vivência e amizade para a vida toda.

Aos professores da Instituição, em especial ao Leonardo Dias, pelos ensinamentos e amizade.

Aos funcionários dos serviços gerais da UFSJ, pela ajuda sempre que necessária.

À toda minha família, em especial, minhas irmãs Kátia e Keli pelo incentivo e meu irmão Luiz pela preocupação e amor.

À minha amiga Sueli, pela amizade de sempre e força.

Enfim, a todas as pessoas que me ajudaram diretamente ou indiretamente, que mesmo não citadas aqui, merecem todo meu respeito e agradecimento.

## SUMÁRIO

i. RESUMO GERAL .....	iii
ii. ABSTRACT .....	iv
iii. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
<b>ARTIGO I - CRESCIMENTO DE MUDAS DE ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO .....</b>	<b>3</b>
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	6
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS .....	16
<b>ARTIGO II – ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO.....</b>	<b>20</b>
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS .....	32
iv. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
v. REFERÊNCIAS .....	36

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1.** Resumo da análise de variância de mudas de aceroleira para parâmetros de crescimento diâmetro do caule; comprimento da parte aérea; número de folhas; comprimento de raiz; massa seca de raiz; massa seca de parte aérea; massa seca total e Índice de Qualidade de Dickson. Sete Lagoas/MG, 2014. .... 37
- ANEXO 2.** Resumo da análise de variância para o acúmulo de macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S em mudas de aceroleira. Sete Lagoas/MG, 2014. .... 38
- ANEXO 3.** Resumo da análise de variância para o acúmulo de micronutrientes: Zn, Fe, Mn, Cu e B em mudas de aceroleira. Sete Lagoas/MG, 2014. .... 38

## CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

**RESUMO** - A produção de mudas de aceroleira com qualidade e adequado estado nutricional permite o sucesso da implantação de um pomar. O objetivo deste trabalho foi determinar doses de nitrogênio e potássio que melhor incrementam o acúmulo de nutrientes e o crescimento de mudas de aceroleira em fase de viveiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFSJ, utilizando-se mudas oriundas do processo de estaquia. Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, distribuído no delineamento de blocos casualizados, com 16 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos por 4 doses de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) e 4 doses de potássio (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup>). Aos 110 dias após a adubação, as plantas foram avaliadas quanto ao comprimento de parte aérea e raiz, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca de parte aérea e raiz, massa seca total e Índice de Qualidade de Dickson. O acúmulo de nutrientes foi determinado na parte aérea das mudas. Todas as variáveis de crescimento analisadas foram influenciadas pelas doses de nitrogênio e a maioria pelas doses de potássio. As doses isoladas dos nutrientes N e K afetaram positivamente os acúmulos de P, K e Zn, sendo que as quantidades acumuladas dos demais nutrientes foram afetadas apenas pelo N. As doses de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N e 300 mg dm<sup>-3</sup> de K aplicadas nas mudas de aceroleira foram as que melhor incrementaram o crescimento e o acúmulo de nutrientes nas mudas de aceroleira.

**Palavras -chave:** *Malpighia emarginata*; nutrientes; qualidade de muda

## **GROWTH AND NUTRIENT ACCUMULATION IN THE ACEROLA FRUIT TREE SEEDLINGS FERTILIZER WITH NITROGEN AND POTASSIUM**

**ABSTRACT** - Production of acerola seedlings with adequate nutritional status is essential for the successful implementation of an orchard. This study aimed to determine nitrogen and potassium rates that better increment nutrient uptake and growth of acerola seedlings in nursery phase. The experiment was conducted in a greenhouse at Universidade Federal de São João del-Rei, using seedlings originating from the cutting process. A 4 x 4 factorial design was used, in a randomized block design, with 16 treatments and 3 replications. The treatments consisted of four nitrogen levels (0, 200, 400 and 600 mg dm<sup>-3</sup> of N) and four potassium levels (0, 100, 200 and 300 mg dm<sup>-3</sup> of K). At 110 days after fertilization application, the plants were evaluated for shoot and root length, stem diameter, number of leaves, shoot and root dry weight, total dry weight, and Dickson Quality Index. The accumulation of macro and micronutrients was determined in the seedlings shoots. All growth variables were influenced by nitrogen, whereas most of them were also affected by potassium. The following single doses of the nutrients N e K positively affected the accumulation of P, K and Zn, and the accumulated amounts of other nutrients were affected only by N. The highest doses of N 600 mg dm<sup>-3</sup> and K 300 mg dm<sup>-3</sup> gave the best results with regarding to growth and nutrient accumulation in seedlings of acerola.

**Key words:** *Malpighia emarginata*; nutrients; seedlings quality

## **i. INTRODUÇÃO GERAL**

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) foi inicialmente introduzida em Pernambuco pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em 1955, com sementes trazidas de Porto Rico e a partir daí, espalhou-se pelo Nordeste e para as demais regiões do país.

Em vista de seu elevado teor de vitamina C e da importância dessa vitamina na medicina mundial, essa espécie é atualmente, em termos concernentes e com tendência a expansão, uma das principais culturas de exportação da fruticultura brasileira. Por esta razão, com o aumento na demanda pela fruta, conseqüentemente, a formação de novos plantios tornou-se algo inevitável.

A produção de mudas das variedades comerciais deve ser feita por propagação vegetativa, que possibilita a manutenção fiel das suas características, sendo o método mais indicado o de propagação por estaquia (BORDIN et al., 2003), pois permite reduzir o custo de formação da muda, além de possibilitar a multiplicação das melhores plantas.

Na fruticultura, a produção de mudas de qualidade é fase crucial na cadeia produtiva, considerando-se como um importante insumo na formação de pomares. Aliado a isso, a adição de nutrientes ao substrato contribui para o crescimento das mudas em virtude do desenvolvimento das raízes, aumento da resistência aos estresses ambientais e doenças (LIMA et al., 2011), assim como maior sobrevivência no campo pós-plantio.

Na fase inicial de desenvolvimento da planta, a aceroleira é exigente, em nutrientes, principalmente, nitrogênio e o potássio (ROZANE et al., 2007). Como na ausência de N não há formação de proteínas, plantas deficientes desenvolvem-se menos que as supridas com esse elemento (MALAVOLTA, 1989). O transporte de carboidratos produzidos na folha para os outros órgãos ocorre de modo ineficiente quando a planta encontra-se deficiente em K.

É importante salientar que as pesquisas em torno da aceroleira têm-se concentrado, principalmente, nas áreas de propagação (BRAGA et al., 1997; ALLOUFA e CAMPOS, 1999) e melhoramento genético (LOPES, 1999; PAIVA et al., 1999; CORDEIRO, 2000), especialmente visando definir variedades comerciais mais produtivas e com características organolépticas de frutos comercialmente aceitáveis pelo mercado consumidor.

A falta de informações quanto aos aspectos nutricionais de mudas de aceroleira em se tratando de mudas em fase de viveiro, tem ocasionado o aparecimento de desordens nutricionais, refletindo em um baixo sistema de defesa da planta contra fatores externos e fisiológicos. Em razão da muda ser considerada o insumo mais importante na implantação de um pomar, deve ser produzida com qualidade e adequadamente manejada para, assim, originar pomares produtivos e rentáveis.

Este trabalho objetivou determinar o acúmulo de nutrientes e o crescimento em mudas de aceroleira adubadas com N e K.

## ARTIGO I - CRESCIMENTO EM MUDAS DE ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

**RESUMO** - As características de crescimento podem indicar a qualidade das mudas e estão diretamente associadas à nutrição mineral das mesmas revelando maior índice de pegamento e sobrevivência no campo. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento em mudas de aceroleira adubadas com diferentes doses de N e K. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFSJ, utilizando-se mudas oriundas do processo de estaquia. Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, distribuído no delineamento de blocos casualizados, constituído de 3 plantas por parcela, com 3 repetições. Os fatores consistiram de 4 doses de N (0, 200, 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) e 4 doses de K (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup>). Aos 110 dias após a adubação, as mudas foram avaliadas quanto a altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e raízes e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Todas as variáveis de crescimento analisadas foram influenciadas pelas doses de N e a maioria pelas doses de K. As doses de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N e 300 mg dm<sup>-3</sup> de K foram as que melhor incrementaram o crescimento das plantas de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson e o comprimento da parte aérea.

**Palavras chave:** *Malpighia emarginata*; nutrição mineral; qualidade de muda

## **GROWTH IN THE ACEROLA FRUIT TREE SEEDLINGS FERTILIZER WITH NITROGEN AND POTASSIUM**

**ABSTRACT** - Growth characteristics may indicate seedling quality and are directly associated with mineral nutrition. Index derived from those characteristics can be good predictors of seedling fixation and their survival in the field. The objective of this work was to evaluate nitrogen and potassium rates that better increment growth parameters in acerola seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at Universidade Federal de São João del-Rey, using seedlings originating from the cutting process. A 4 x 4 factorial design was used, in a randomized block design, consisting of 3 plants per plot with 3 replications. Factors consisted of four N levels (0, 200, 400 and 600 mg dm<sup>-3</sup>) and four K levels (0, 100, 200 and 300 mg dm<sup>-3</sup>). At 110 days after fertilizer application, the seedlings were evaluated for plant height, stem diameter, number of leaves, root length, shoot and root dry weight, and Dickson Quality Index (DQI). All variables were influenced by N and the majority were also affected by doses of K. The rates of 600 mg dm<sup>-3</sup> of N and 300 mg dm<sup>-3</sup> of K were the best that increased plant growth in accordance with the Quality Index Dickson and shoot length.

**Key words:** *Malpighia emarginata*; mineral nutrition; seedlings quality

## INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma frutífera cultivada no Brasil comercialmente desde os anos 80, podendo ser consumida tanto na forma *in natura* como em formas industrializadas. Atrativa pelo seu sabor agradável, a acerola destaca-se pelo seu reconhecido valor nutricional, principalmente, como fonte de vitamina C, característica que, atualmente, tem estimulado o aumento da demanda pela fruta e, conseqüentemente, a formação de novos plantios.

Os problemas relativos à produção de mudas ainda no viveiro, têm sido uma das principais causas da sua mortalidade em campo nos primeiros anos da implantação, podendo representar 15% nos dois primeiros anos e 20% até os sete anos (FREITAS e KLEIN, 1993). Assim, a nutrição mineral de mudas em fase de viveiro pode influenciar, positivamente, na qualidade e vigor das mesmas, além de interferir no seu desenvolvimento no campo.

Por possuir a capacidade de produção de até seis safras por ano, a aceroleira é exigente em nutrientes, principalmente, N e K, tanto na fase inicial de crescimento e desenvolvimento da planta quanto na fase produtiva. Nessa fase, o elemento extraído em maior quantidade pelos frutos é o K seguido do N, porém, para a formação de ramos e folhas ocorre o inverso (EMBRAPA, 2012).

Para determinação da qualidade das mudas, podem ser utilizadas características tanto morfológicas quanto fisiológicas, além do Índice de Qualidade de Dickson que associa os resultados de características morfológicas consideradas importantes para avaliação da qualidade. Este índice apontado como um bom indicador de qualidade de mudas, pois para seu cálculo são utilizados a robustez (relação H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/MSR) (CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2007). As características morfológicas são baseadas nos aspectos fenotípicos e ainda são as mais utilizadas, pois têm maior aceitação dos viveiristas. Porém, ainda carece de definições que possam responder à sobrevivência e ao crescimento inicial, em função das adversidades que são encontradas em campo pós-plantio (ELOY et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento em mudas de aceroleira adubadas com diferentes doses de N e K.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre setembro de 2013 e janeiro de 2014 em casa de vegetação climatizada com controle de temperatura ajustado para manter o ambiente a 25 °C no campus da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), em Sete Lagoas – MG, Brasil. Foram utilizadas mudas propagadas por estaquia de planta matriz de aceroleira em pomar comercial localizado em Jequitibá município próximo de Sete Lagoas-MG.

Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, distribuído no delineamento de blocos casualizados, totalizando 16 tratamentos, constituídos de 3 plantas por parcela e 3 repetições. Os fatores consistiram de 4 doses de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) e 4 doses de potássio (0, 100, 200, 300 mg dm<sup>-3</sup>), aplicados na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

O transplântio das mudas foi realizado após 60 dias do enraizamento das estacas e feito em vasos de 2 litros contendo substrato agrícola comercial (HS Florestal/Holambra Substratos). As mudas utilizadas continham acima de 3 raízes e 2 brotações. Para complementar a adubação foram aplicados os seguintes nutrientes: P (450 mg dm<sup>-3</sup> de substrato), em dose única, conforme Corrêa et al. (2002); Zn (5,0 mg dm<sup>-3</sup> de substrato); B (0,5 mg dm<sup>-3</sup> de substrato); Cu (1,5 mg dm<sup>-3</sup> de substrato) e S (40,0 mg dm<sup>-3</sup> de substrato), adaptadas de Malavolta (1980), diluídos em solução. Os nutrientes N e K foram aplicados parceladamente em 4 doses, sendo a primeira no transplântio e as demais aos 30, 45 e 60 dias após.

A avaliação das plantas foi realizada aos 110 dias após o transplântio. Foram avaliados o diâmetro do caule utilizando-se um paquímetro digital, número de folhas contabilizadas manualmente, comprimento de raiz e comprimento da parte aérea utilizando-se uma régua graduada. Logo após as medições, o material vegetal foi lavado em água corrente e separado em parte aérea e raiz e colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até a obtenção de massa constante. Posteriormente, procedeu-se a pesagem da massa seca de raiz e parte aérea em gramas em balança digital.

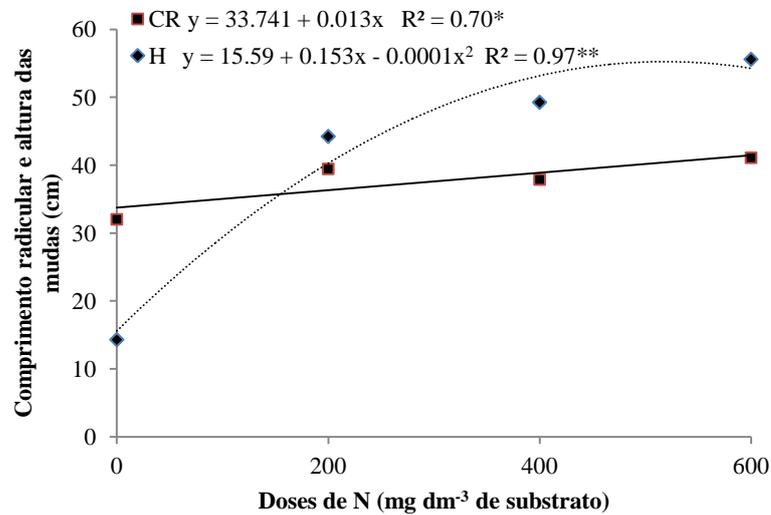
Dispondo das características biométricas: altura (H), diâmetro (D), massa seca da parte aérea (caule + folhas) (MSPA), raízes (MSR) e massa seca total (MST), calculou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = MST/((H/D) + (MSPA/MSR))$$

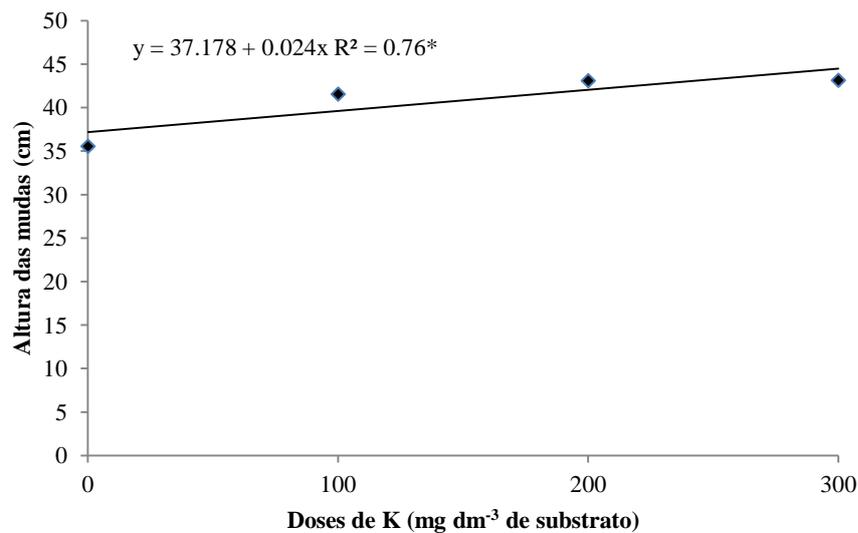
Os dados foram analisados por regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático com o nível de significância de 5% pelo Teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das mudas de aceroleira apresentou comportamento quadrático para as doses de N (Figura 1) e linear para as doses de potássio K (Figura 2), porém não houve interação significativa entre N e K ( $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Altura das mudas (H) e comprimento radicular (CR) em mudas de aceroleira em função das doses de N.



**Figura 2.** Altura das mudas de aceroleira em função das de K.

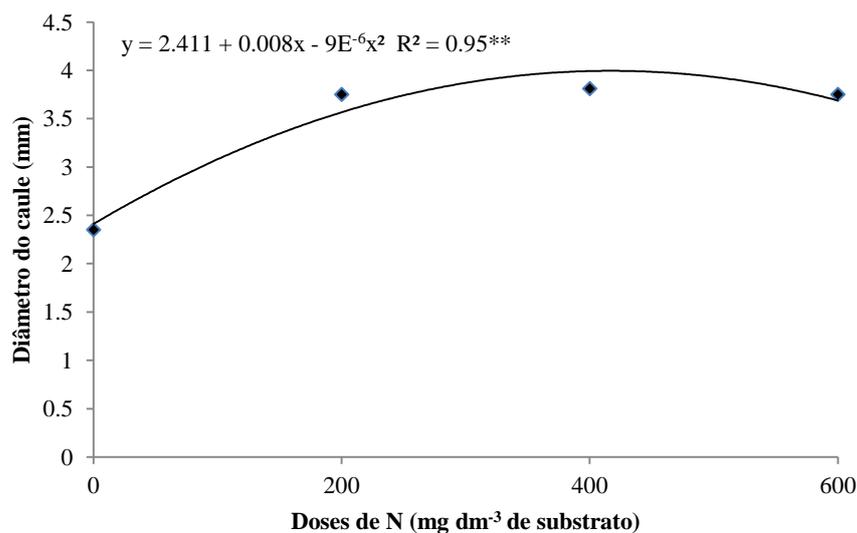
A máxima altura das mudas ocorreu com as doses de 520 mg dm<sup>-3</sup> de N e de 300 mg dm<sup>-3</sup> de K, as quais proporcionaram incrementos de 55,35 cm e 44,37 cm em altura, respectivamente, indicando que as maiores doses utilizadas no experimento dos respectivos nutrientes, foram as que melhor incrementaram o parâmetro avaliado. Doses maiores dos elementos aplicados enriquecem o substrato permanecendo, inicialmente, na raiz e à medida que os níveis dos mesmos alcançam a suficiência neste órgão da planta, mais nutrientes são deslocados para a parte aérea (EPSTEIN; BLOOM, 2006) favorecendo seu crescimento. Também, pode-se citar a alta mobilidade que o N e K apresentam na planta que, promove um maior aproveitamento dos mesmos beneficiando o crescimento em altura das mudas.

O nitrogênio é um importante componente do sistema enzimático da planta, sendo necessário na composição de aminoácidos, os quais formam as proteínas. Em consequência disso, é responsável direto pelo aumento do teor de proteína (VIÉGAS et al., 2004) na planta, permitindo o desenvolvimento e crescimento da mesma.

Na Figura 1, verifica-se que o maior comprimento radicular está associado à dose de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N. Com essa dose houve um incremento de 41,42 cm em raiz com efeito linear crescente e um ganho de 23% em relação à testemunha, sem adição de N e K (Tabela 2). Fica evidente que o principal nutriente modulador das respostas para este crescimento nas mudas de aceroleira é o N. Isso pode ser explicado pela adequada disponibilidade de

nutrientes no substrato que otimizou o crescimento radicular. Segundo Marschner (1995), em solos com maior disponibilidade de N ocorre aumento do crescimento radicular.

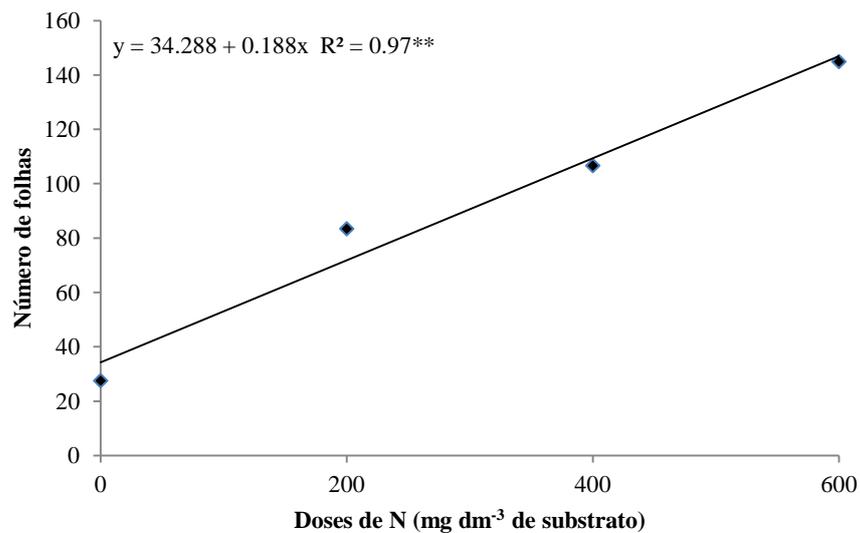
O diâmetro do caule apresentou melhor ajuste ao modelo quadrático referente às doses de N (Figura 3), não sendo significativas as doses isoladas de K nem a interação de ambos nutrientes ( $p>0,05$ ).



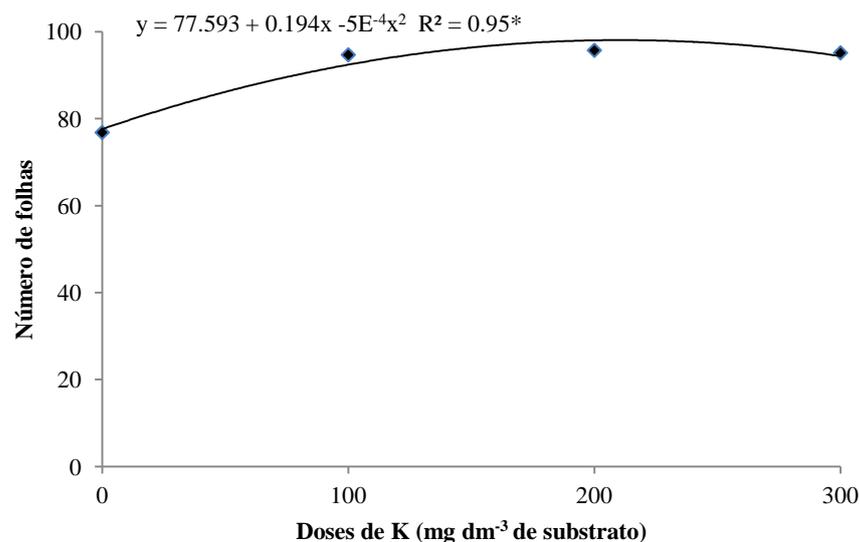
**Figura 3.** Diâmetro do caule em mudas de aceroleira em função das doses de N.

Para o diâmetro do caule a dose de 422,0 mg dm<sup>-3</sup> de N, provocou o incremento de 4,02 mm, sendo que acima dessa dose houve efeito negativo para o crescimento das mudas, induzindo a um menor diâmetro. Foi observado o ganho de 67% em relação à testemunha (Tabela 2). De acordo com Daniel et al. (1997), o diâmetro do caule é o parâmetro mais utilizado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, mostrando a necessidade de se estabelecer doses de fertilizantes para serem aplicadas na produção de mudas. Scivittaro et al. (2004), trabalhando com adubação nitrogenada em “limoeiro Cravo” também obtiveram resultado semelhante para aplicação de doses de N. No referido trabalho, os efeitos médios para fontes de nitrogênio foram descritos por modelo quadrático.

No presente estudo, o número de folhas apresentou comportamento linear para as doses de N e quadrático para as doses de K (Figuras 4 e 5). Observou-se aumento do número de folhas para 600 mg dm<sup>-3</sup> de N e 211 mg dm<sup>-3</sup> de K, porém não houve interação entre os dois fatores ( $p>0,05$ ).



**Figura 4.** Valores do número de folhas em mudas de aceroleira em função das doses de N.



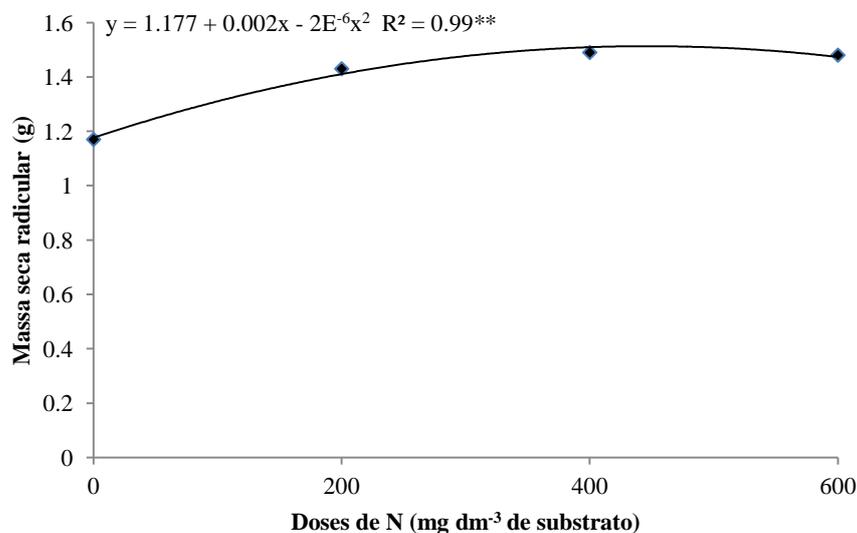
**Figura 5.** Número de folhas em mudas de aceroleira em função das doses de K.

Houve incrementos de 145 e 98 folhas referentes as melhores doses observadas de N e K, respectivamente. Provavelmente, a resposta obtida para esse parâmetro avaliado quanto a doses crescentes de N pode estar relacionada ao fato da suficiência adquirida em nutrientes da parte aérea. Ao tornar-se limitada em carboidratos, a planta possui um mecanismo de translocar poucos para a raiz (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Em decorrência disso, é provocado um aumento de brotações e, conseqüentemente, ao aumento do número de folhas.

Brasil et al. (1999), diagnosticaram para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule e número de ramificações laterais para a cultura da aceroleira, respostas de forma quadrática em função da aplicação de doses de N e K. Almeida et al. (2006) e Mendonça et al. (2007), observaram efeitos significativos das doses de N sobre o número de folhas em mudas de maracujazeiro amarelo. O mesmo foi relatado por Mendonça et al. (2006), para mudas de mamoeiro 'Formosa'.

Segundo Tisdale et al. (1993), o fertilizante comercial mais utilizado para suprir K às plantas é o KCl, que além de possuir alto teor de K, contém Cl, que também é um micronutriente essencial às plantas. No entanto, a aplicação de altas doses do fertilizante KCl pode afetar o crescimento das plantas, devido à toxicidade do Cl. Assim, esse efeito depressivo deve ter sido atingido nesse estudo com as doses de K acima de 211 mg dm<sup>-3</sup> de K.

Para a massa seca da raiz houve incremento de acordo com o aumento das doses de N (Figura 6), mas não houve efeito independente para as doses de K, tão pouco interação com o N ( $p>0,05$ ).



**Figura 6.** Massa seca radicular em mudas de aceroleira em função das doses de N.

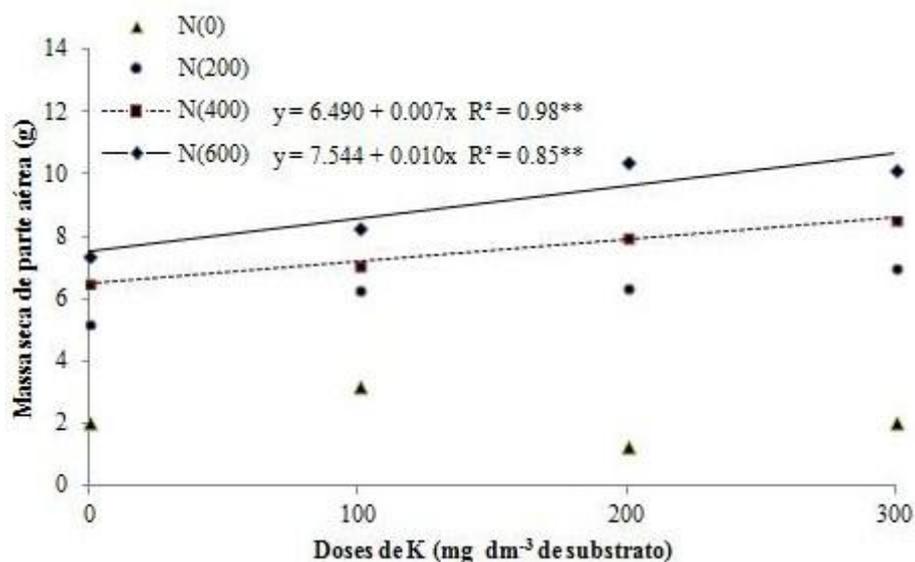
A dose de 375 mg dm<sup>-3</sup> de N proporcionou acréscimo no acúmulo de massa seca radicular de 1,46 g, decrescendo a partir dessa dose. Foi observado o ganho de 24% em relação à testemunha (sem adição de N e K). Possivelmente, doses acima da mencionada anteriormente podem ter limitado o desenvolvimento e manutenção do crescimento radicular

pelo excesso de nitrogênio presente no substrato ou através da limitação física do tamanho do recipiente. Para Boot e Mensink (1990) e Durieux et al. (1994), quando os nutrientes no substrato excedem um nível ótimo, o crescimento radicular fica limitado pela falta de carboidratos e eventualmente cessa.

De acordo com Hermann (1964), o peso de massa seca das raízes tem sido reconhecido como um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo.

Ferreira et al. (2008), não obtiveram efeitos significativos da aplicação de K sobre a altura, a massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de tamarindeiro. Dias et al. (2012), também não obtiveram resultado positivo quanto ao K aplicado em mudas de goiabeira. Ressaltaram que uma possível explicação é de que a reserva de potássio encontrada nos ramos utilizados para a propagação vegetativa das mudas, ou que o teor de K presente no substrato, tenham sido suficientes para o desenvolvimento inicial das mudas.

Houve interação entre N e K para massa seca da parte aérea ( $p < 0,01$ ). Observaram-se incrementos para o parâmetro avaliado nas doses de 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup> de N dentro de cada nível de K (Figura 7).

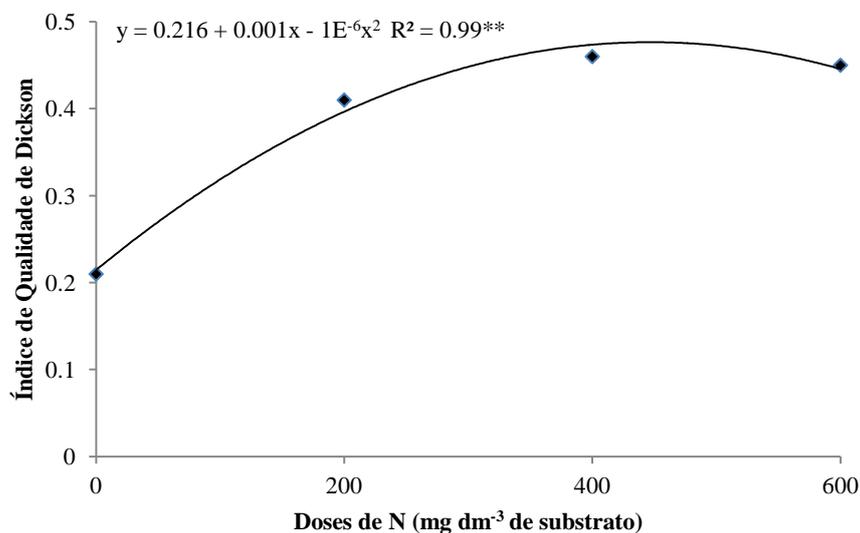


**Figura 7.** Valores da massa seca de parte aérea em mudas de aceroleira em função da interação N e K.

Para ambas as doses de 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup> de N, a melhor interação foi de 300 mg dm<sup>-3</sup> de K que proporcionou maior incremento para a massa seca da parte aérea. Pode-se verificar pela Figura 7 que a omissão de K e N não provocou efeito no parâmetro avaliado e as maiores doses de K combinadas às maiores de N provocaram um rápido incremento na massa seca da parte aérea. De acordo com Epstein e Bloom (2006), com o aumento dos níveis de nutrientes no substrato, poucas raízes são suficientes para fornecer os nutrientes requeridos pela planta e esta pode diminuir a alocação de recursos orgânicos para as raízes, enquanto aumenta para a parte aérea.

A produção de massa seca tem sido também considerada um dos melhores parâmetros para verificar a qualidade de mudas, apresentando, contudo, o inconveniente da não viabilidade para ser determinada em muitos viveiros, principalmente, por envolver a destruição completa da muda e a utilização de estufas (AZEVEDO, 2003). Para Scivittaro et al. (2004), a produção de massa seca da parte aérea das mudas de limoeiro ‘Cravo’ foi influenciada significativamente apenas pelas doses de N utilizadas.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) respondeu positivamente às doses de N (Figura 8) com comportamento quadrático. O efeito isolado das doses de K não se mostrou significativo, assim como a interação entre N e K ( $p > 0,05$ ).



**Figura 8.** Índice de Qualidade de Dickson em mudas de aceroleira em função das doses de N.

A dose de N que promoveu o máximo IQD foi a de 500 mg dm<sup>-3</sup>, associada ao IQD de 0,57 (Tabela 2), com um ganho de 159% em relação à testemunha. Quanto maior for o IQD, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001; CALDEIRA et al., 2012). Respostas positivas para as doses de N também foram relatadas por Dias et al. (2012) com efeito quadrático em mudas de goiabeira. Este índice é normalmente utilizado na produção de mudas de espécies florestais, mas as mesmas características que concebem o IQD são importantes para a produção de mudas frutíferas.

**Tabela 1.** Doses de nitrogênio para a obtenção da produção máxima das variáveis analisadas comprimento radicular (CR), diâmetro do caule (DC), massa seca radicular (MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de aceroleira. Sete Lagoas/MG, 2014.

Variável	Ponto de máxima	Dose de N para ponto de	Ganhos em relação à
		máxima	testemunha
		-----mg dm <sup>-3</sup> -----	-----%-----
<b>CR (cm)</b>	41,42	600	23
<b>DC (mm)</b>	4,02	422	67
<b>MSR (g)</b>	1,46	375	24
<b>IQD</b>	0,47	500	159

O Índice de Qualidade de Dickson é apontado como um bom indicador de qualidade de mudas, pois para seu cálculo são utilizados a robustez (relação H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/MSR) (CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2007), associando os resultados de várias características morfológicas consideradas importantes para avaliação da qualidade.

De modo geral, algumas das variáveis biométricas e o IQD sofreram queda a partir de determinada dose de nitrogênio aplicada. Isso pode ser explicado possivelmente, pela acidificação do meio já que o fertilizante utilizado foi a ureia [CO(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]. Sabe-se que durante a nitrificação, ou seja, conversão do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> proveniente da uréia, para NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ocorre a liberação de íons H<sup>+</sup>, que acidificam o solo (MALAVOLTA, 2006). Se a acidificação for acentuada pode ocorrer a limitação da absorção de nutrientes, pois o pH apresenta um efeito direto na absorção de nutrientes pelas plantas (FAQUIN, 1994), por afetar a disponibilidade dos mesmos.

De acordo com Gomes et al. (2002), para a determinação da qualidade das mudas, os parâmetros utilizados devem se basear em aspectos morfológicos, os quais dependem também da genética e da procedência do material propagado, das condições ambientais e das técnicas de produção em nível de viveiro. Muitas vezes, essas características morfológicas são as mais adequadas para avaliar o desempenho das mudas após o plantio no campo (PARVIAINEN, 1981).

Ainda segundo Gomes et al. (2002), a utilização da altura das plantas para estimar a qualidade das mudas pode ser empregada, por se tratar de uma medição fácil, não ser um método destrutivo e estar ao alcance de todos os produtores.

## **CONCLUSÃO**

O crescimento das mudas de aceroleiras foi influenciado por doses de N e K.

As doses de  $600 \text{ mg dm}^{-3}$  de N e  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  de K foram as que melhor incrementaram o crescimento das plantas de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson e o comprimento da parte aérea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.V; NATALE, W; PRADO, R.M; BARBOSA, J.C. Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1138-1142, 2006.

AZEVEDO, M.I.R. Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes. 2003. 90f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

BOOT, R.G.A; M.MENSINK. **Size and morphology of root systems of perennial grasses from contrasting habitats as affected by nitrogen supply**. Plant and soil 129: 291-299. 1990

BRASIL, C.E; SILVA, A.M.B; MULLER, C.R; SILVA, G.R. Efeito da adubação nitrogenada e potássica e calcário no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal SP, v. 21, n. 1, p. 52-56. 1999.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELENA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, p. 1 - 8, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, p. 11 - 17, 2005.

CORRÊA, F.L.O; SOUZA , C.A.S; CARVALHO , J.G; MENDONÇA, V. Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 793-796, 2002.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T; ALOVISI, A.A. Aplicações de Fósforo em Mudas de *Acacia manginum* Willd. *Revista Árvore*, v.21, n. 2, p.163-168, 1997.

DIAS, M.J.T; SOUZA, H.A de; NATALE, W; MODESTO, V.C; ROZANE, D.E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, Suplemento 1, p. 2837-2848, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. *The Forest Chronicle*, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DURIEUX, R.P.; KAMPRATH E.J; JACKSON W.A; MOLL R.H. Root distribution of corn – the effect of nitrogen fertilization. **Agronomy Journal** 86: 958-962. 1994

ELOY, E; CARON. B.O; SCHMIDT, S; BEHLING.A; SCHWERS.L; FELLI, E.F. Avaliação da qualidade de mudas de *eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, 2013.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. Perguntas e respostas: acerola. Cruz das Almas - BA, 2012. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntaserespostas-acerola.php>>. Acessado em 09 de abr de 2014.

EPSTEIN, E; BLOOM, A.J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Londrina. 2ª edição. 2006. 401p.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: ESAL FAEPE, 1994. 227 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino estatístico. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FREITAS, A.J.P; KLEIN, J.E.M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.: 1993: Curitiba);

CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais...**p. 736. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655 - 664, 2002.

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. 2001. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HERMANN, R. K. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. **Tree Planters Notes**, v. 64, 7 – 11, 1964.

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

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

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MENDONÇA, V.; FERREIRA, E. A.; PAULA, Y.C.M.; BATISTA, T. M. V; RAMOS, J. D. Crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo influenciado por doses de nitrogênio e de superfosfato simples. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 137-143, 2007.

MENDONÇA, V.; PEDROSA, C.; FELDBERG, N. P.; ABREU, N. A. A.; BRITO, A. P. F.; RAMOS, J. D. Doses de nitrogênio e superfosfato simples no crescimento de mudas de mamoeiro Formosa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1065-1070, 2006.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59 - 90.

SCIVITTARO, W.B; OLIVEIRA, R.P.de; MORALES, C.F.G; RADMANN, E.B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'cravo' em tubete. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.

TISDALE, L.; NELSON, N.L; BEATON, J.D; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5.ed. New York, MacMillan, 1993. 634p.

VIÉGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. DA; PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo do açazeiro em LATOSSOLO AMARELO textura média, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2,p.382-384,2004.

## ARTIGO II – ACÚMULO DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA ADUBADAS COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

**RESUMO** - A adubação assume grande importância na fase de produção de mudas de espécies frutíferas, garantindo a qualidade, assim como adequado desenvolvimento no campo e precocidade de produção. Objetivando estudar o efeito de doses de N e K no acúmulo de nutrientes na parte aérea de mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C), montou-se um experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de São João Del Rei em Sete Lagoas, MG, utilizando-se mudas oriundas do processo de estaquia. Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, distribuído no delineamento de blocos casualizados, com três repetições e três plantas por parcela. Os fatores consistiram de 4 doses de N (0, 200, 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) e 4 doses de K (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup>). Aos 110 dias após a adubação, as mudas foram colhidas, secas em estufa e trituradas para determinação da concentração de nutrientes. Foram determinadas as quantidades acumuladas de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na massa seca da parte aérea. As doses isoladas dos nutrientes N e K afetaram positivamente os acúmulos de P, K e Zn, sendo as quantidades acumuladas dos demais nutrientes afetadas apenas pelo N. A matéria seca total foi influenciada pela interação entre as doses de N e K. A dose de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N e 300 mg dm<sup>-3</sup> de K proporcionaram aumento na quantidade acumulada de todos os nutrientes na parte aérea das mudas de aceroleira seguindo a ordem decrescente de acúmulo N>Ca>Mg>P>S>K>Mn>B>Zn>Fe.

**Palavras chave:** *Malpighia emarginata*; adubação; nutrição mineral

## ARTICLE II – NUTRIENTS ACCUMULATION IN THE ACEROLA FRUIT TREE SEEDLINGS FERTILIZED WITH NITROGEN AND POTASSIUM

**ABSTRACT** - Fertilization has a great importance in fruit trees seedlings production by ensuring quality and appropriate development in the field, as well as early performance. In order to study the effect of nitrogen and potassium nutrient accumulation in shoots of seedlings of barbados cherry (*Malpighia emarginata*), an experiment was established in a greenhouse at the Federal University of São João Del Rei / Sete Lagoas MG using plantlets made by the cutting process. A 4 x 4 factorial design was used, in a randomized block design, consisting of 3 plants per plot with 3 replications. Each plot consisted of 3 plants, and the factors consisted of four nitrogen levels (0, 200, 400 and 600 mg dm<sup>-3</sup> of N) and four potassium levels (0, 100, 200 and 300 mg dm<sup>-3</sup> K ). At 110 days after fertilizer application, the seedlings were harvested, weighed, oven dried, and crushed to determine nutrient concentrations. Subsequently, the cumulative amounts of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe, and Mn were calculated based on the shoots dry weight. The following single doses of nitrogen and potassium nutrients positively affected the accumulation of P, K and Zn, and the accumulated amounts of other nutrients were affected only by N. The total dry matter was influenced by the interaction between N and K. The dose of 600 mg dm<sup>-3</sup> of N and 300 mg dm<sup>-3</sup> of K increased the cumulative amount of all nutrients in the shoots of barbados cherry seedlings following descending order of accumulation N> Ca> Mg> P> S> K> Mn> B> Zn> Fe.

**Key words:** *Malpighia emarginata*; fertilization; mineral nutrition

## INTRODUÇÃO

A acerola é uma fruta que contém altos teores de vitamina C, sendo este seu principal atrativo em termos nutricionais, elevando sua demanda e em consequência o plantio comercial. Nos viveiros de mudas a exigência quanto aos cuidados e controles na produção das mudas, é etapa fundamental para implantar um pomar sadio, vigoroso e com produção precoce.

A qualidade da muda é o principal quesito para o fruticultor estabelecer um pomar produtivo e rentável, encontrando-se intrinsecamente ligada a esse propósito a adubação e nutrição mineral de plantas. Sua importância está ligada ao melhor crescimento e desenvolvimento da planta, menor suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, tolerância a períodos de seca e outros estresses, além de elevar a produtividade e a qualidade dos frutos. De maneira geral, a quantidade de nutrientes encontrados nos substratos comerciais (forma disponível) é suficiente apenas para o primeiro estágio de crescimento das mudas, havendo necessidade de adubação para a planta completar seu ciclo de desenvolvimento no viveiro.

Os nutrientes mais exigidos por mudas na fase inicial da planta são o nitrogênio e o potássio (ROZANE et al., 2007). A maior exigência da cultura por esses dois nutrientes, deve-se, provavelmente, à atividade metabólica que nesta fase de desenvolvimento se mostra mais intensa. A interação positiva entre o N e o K é muito conhecida na literatura para outras culturas (MALAVOLTA et al., 1997). Por isso, os trabalhos de adubação fatoriais NK, podem promover maior contribuição prática para o manejo da adubação da aceroleira comparado a trabalhos utilizando os nutrientes isolados (ALMEIDA et al., 2006).

A análise de tecidos vegetais é o melhor método para determinação da concentração de nutrientes na planta. A concentração de um nutriente deve refletir, o estado nutricional da planta e a disponibilidade do nutriente no solo (COUTINHO et al., 2004), sendo que a folha, normalmente, é o órgão que melhor reflete a nutrição das plantas (MALAVOLTA et al., 1997). Para melhor entendimento dos fatores relacionados à nutrição mineral é necessário conhecer os padrões de acúmulo de massa seca que indica a intensidade de crescimento da mesma (GLASS, 1989; MARSCHNER, 1995).

A maioria das pesquisas sobre a aceroleira estão relacionadas com o melhoramento da produção de mudas e com a composição química de nutrientes nos frutos. Devido à carência de estudos sobre nutrição e adubação mineral em mudas de aceroleira em fase de

viveiro, objetivou-se avaliar o acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira em função da adubação nitrogenada e potássica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido entre setembro de 2013 e janeiro de 2014 em casa de vegetação climatizada com controle de temperatura ajustado para manter o ambiente a 25 °C no campus da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), em Sete Lagoas – MG, Brasil. Foram utilizadas mudas propagadas por estaquia de planta matriz de aceroleira em pomar comercial localizado em Jequitibá município próximo de Sete Lagoas-MG.

Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 4, distribuídos no delineamento de blocos casualizados, totalizando 16 tratamentos, constituídos de 3 plantas por parcela e 3 repetições. Os fatores consistiram de 4 doses de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) e 4 doses de potássio (0, 100, 200, 300 mg dm<sup>-3</sup>), aplicados na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

O transplântio das mudas foi realizado após 60 dias do enraizamento das estacas e feito em vasos de 2 litros contendo substrato agrícola comercial (HS Florestal/Holambra Substratos). As mudas utilizadas continham acima de 3 raízes e 2 brotações. Para complementar a adubação foram aplicados os seguintes nutrientes: P (450 mg dm<sup>-3</sup> de substrato), em dose única, conforme Corrêa et al. (2002); Zn (5,0 mg dm<sup>-3</sup> de substrato); B (0,5 mg dm<sup>-3</sup> de substrato); Cu (1,5 mg dm<sup>-3</sup> de substrato) e S (40,0 mg dm<sup>-3</sup> de substrato), adaptadas de Malavolta (1980), diluídos em solução. Os nutrientes N e K foram aplicados parceladamente em 4 doses, sendo a primeira no transplântio e as demais aos 30, 45 e 60 dias após.

A coleta das plantas foi realizada 110 dias após a adubação, sendo o material vegetal lavado em água corrente e separado em raiz e parte aérea. Após a lavagem, as diferentes partes da planta foram acondicionadas em sacos de papel e etiquetadas para posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65 °C, até massa constante. As massas secas de parte aérea foram determinadas em balança digital (g) e, em seguida, moídas em moinho do tipo Willey, equipado com peneira de 20 mesh e armazenadas em potes de polietileno hermeticamente fechados. Após a obtenção das amostras, foram determinados os

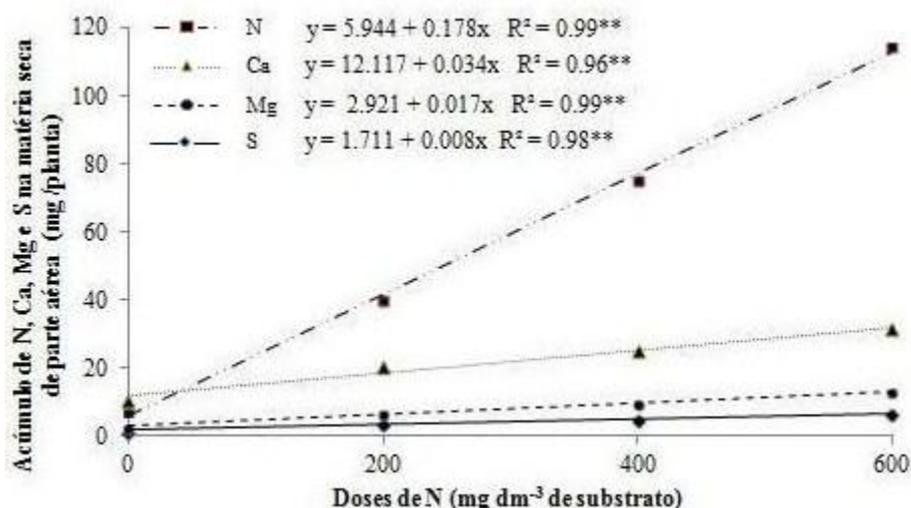
teores de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn), conforme metodologia descrita por Malavolta et al., (1997).

As quantidades acumuladas de nutrientes foram calculadas baseando-se na concentração dos mesmos e nas quantidades correspondentes de massas secas produzidas por parcela. Como cada parcela era constituída de três plantas, o resultado obtido foi dividido por esse número de plantas. Para efeito de acúmulo na parte aérea, os macronutrientes foram transformados em miligramas planta<sup>-1</sup> (mg planta<sup>-1</sup>) e os micronutrientes em microgramas planta<sup>-1</sup> (µg planta<sup>-1</sup>).

Os dados foram analisados por regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático com o nível de significância de 5% pelo Teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

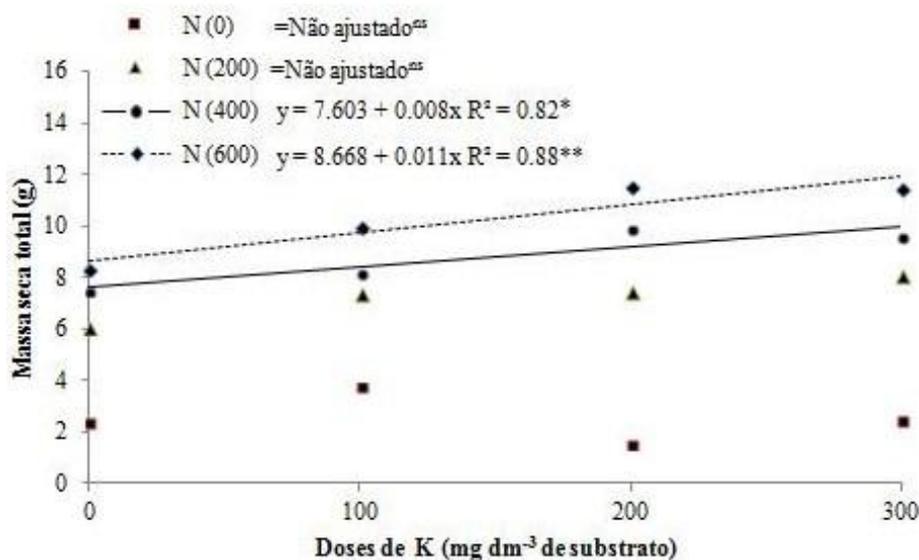
As doses de N aumentaram linearmente as quantidades acumuladas dos nutrientes N, Ca, Mg e S na parte aérea das mudas de aceroleira (Figura 1). As doses de K isoladas ou a combinação destas com as de N não modificaram as quantidades acumuladas dos nutrientes citados acima ( $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Quantidade acumulada de N, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de aceroleira em função das doses de N.

Os acúmulos de N, Ca, Mg e S (Figura 1) acompanharam o acúmulo de massa seca, conforme pode ser observado na Figura 2. As maiores quantidades acumuladas dos nutrientes

N, Ca, Mg e S ocorreram na dose de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N (Figura 1), sendo respectivamente de 113; 32,22; 13,18 e 6,57 mg planta<sup>-1</sup>. Alguns autores utilizaram a massa seca para estimar o desenvolvimento adequado das plantas (SOUZA et al., 2007; MENDONÇA et al., 2009), pois quanto maior a massa seca, maior o acúmulo de nutriente, favorecendo um crescimento adequado das plantas.



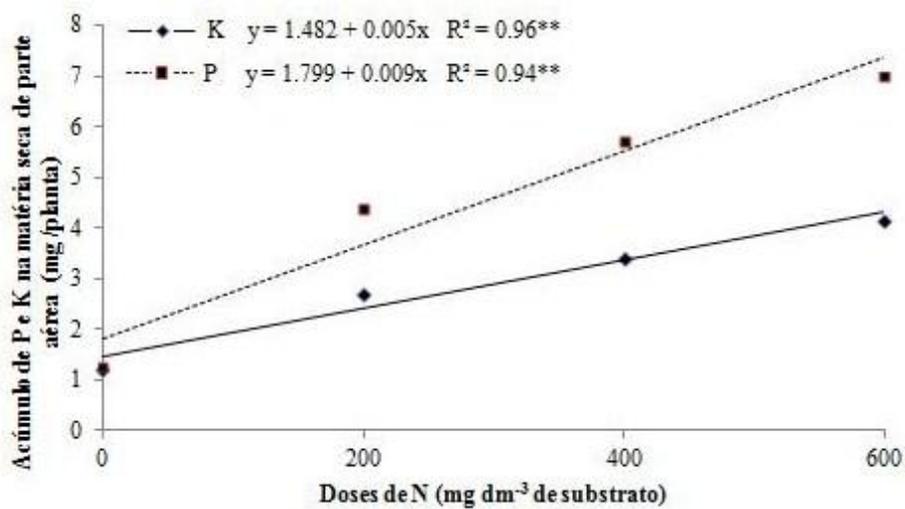
**Figura 2.** Massa seca total em mudas de aceroleira em função da interação das doses N e K.

O aumento do acúmulo de N acompanhou o aumento das doses do nutriente adicionado ao substrato. Segundo Malavolta (1980), a alta quantidade acumulada de N está diretamente ligada ao rápido desenvolvimento vegetativo em plantas novas. Isto ocorre devido aos processos de multiplicação e diferenciação celulares manterem-se sempre em fluxos contínuos. A alta exigência dessa frutífera por nitrogênio em ramos e folhas é relatada por diversos autores (CIBES e SAMUELS, 1995; ALVES et al., 1990; SILVA JÚNIOR et al., 1990; NASCIMENTO, 1995; CUNHA, 1992; FREIRE, 1995).

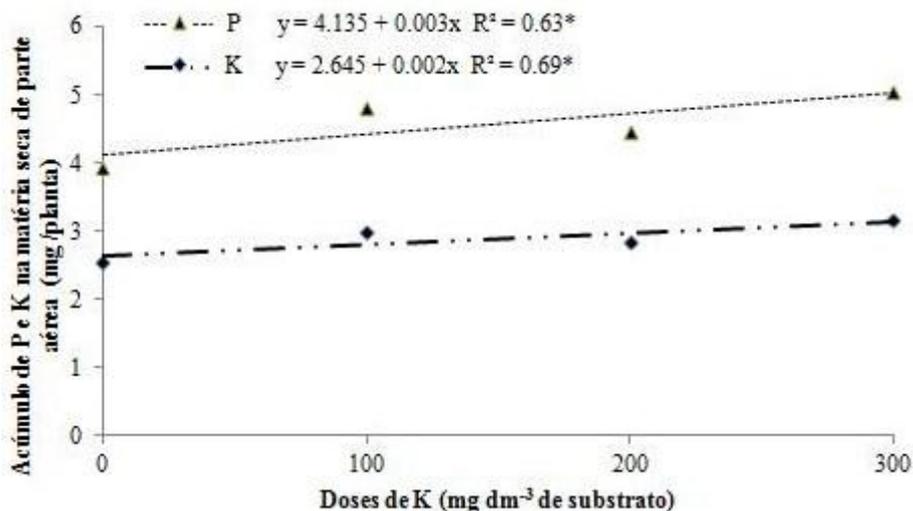
Pode-se inferir também, que a adição de N favoreceu a absorção e/ou utilização do Ca e Mg. Isto é, quanto maior for a absorção dos nutrientes maior também será o acúmulo dos nutrientes na planta. O aumento das quantidades de Ca e S nas mudas também pode ser explicado em parte pela adubação complementar feita no transplântio em que foi aplicando o sulfato de cálcio contendo os nutrientes em sua composição, podendo assim ter contribuído para o aumento da concentração dos mesmos na solução do substrato. Diversos fatores

controlam a taxa de absorção de nutrientes pelas plantas (MARSCHNER, 1995). Entre eles encontram-se a taxa de crescimento e o teor de nutrientes na planta e no solo.

As quantidades acumuladas de P e K apresentaram efeito linear crescente com as doses isoladas de N e K (Figura 3 e 4) e também acompanharam a produção de massa seca (Figura 2). No entanto, elas não se modificaram com a aplicação de doses conjuntas de N e K com  $p > 0,05$ .



**Figura 3.** Quantidade acumulada de P e K na parte aérea de mudas de aceroleira em função de doses de N.

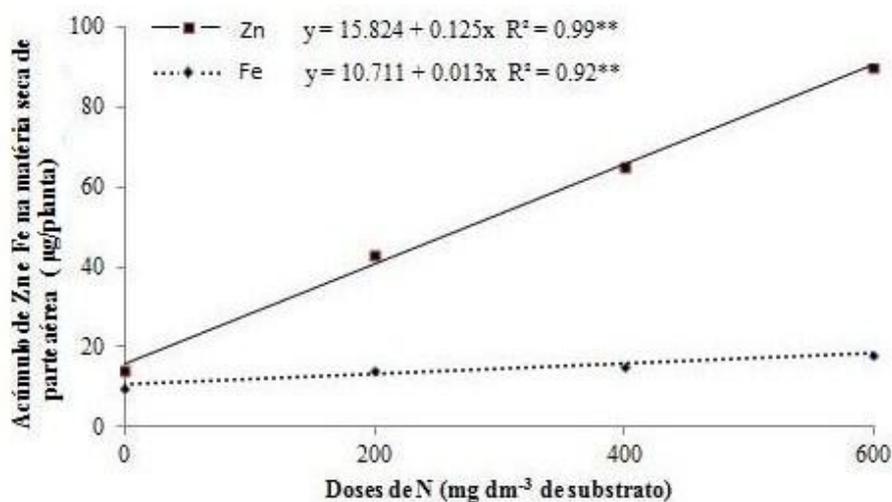


**Figura 4.** Quantidade acumulada de P e K na parte aérea de mudas de aceroleira em função de doses de K.

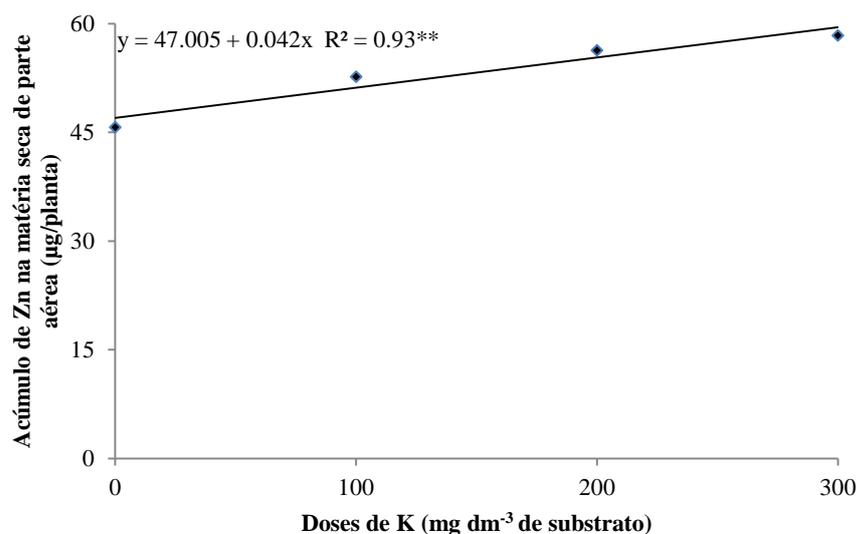
O maior acúmulo de P (7,20 mg planta<sup>-1</sup>) e K (4,48 mg planta<sup>-1</sup>) foi observado na dose de 600 mg dm<sup>-3</sup> de N. Para as doses isoladas de K utilizadas verificou-se maior acúmulo de P (5,04 mg planta<sup>-1</sup>) e K (3,15 mg planta<sup>-1</sup>) em 300 mg dm<sup>-3</sup> de K. O baixo acúmulo verificado para o P em relação aos demais macronutrientes, pode ter ocorrido, devido à adubação feita no transplantio das mudas onde foi utilizada uma quantidade satisfatória de P, conforme Corrêa et al. (2002). Para o K a disponibilidade nutricional presente no substrato antes da adubação, possivelmente, encontrava-se além dos críticos exigidos pela cultura para seu crescimento, em consequência, do baixo acúmulo verificado nas mudas.

Segundo Faquin (2005), de maneira geral, as plantas apresentam menor exigência por P em relação aos nutrientes N, K, Ca e Mg. Souza e Fernandes (2006) afirmam que a absorção de nutrientes em uma superfície de alta densidade de cargas, preferencialmente, há atração por cátions de maior valência, como os di e trivalentes, a exemplo do Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>.

Para o acúmulo de micronutrientes, as quantidades acumuladas de zinco e ferro estão representadas nas Figuras 5 e 6, onde o primeiro respondeu às doses isoladas de N e K e o segundo respondeu apenas às doses de N, sendo que, ambos sofreram efeito linear dos nutrientes correspondentes. Não houve diferença significativa para a interação N e K, assim como para o micronutriente Cu (p>0,05).



**Figura 5.** Quantidade acumulada de Zn e Fe na parte aérea de mudas de aceroleira em função das doses de N.



**Figura 6.** Quantidade acumulada de Zn na parte aérea de mudas de aceroleira em função das doses de K.

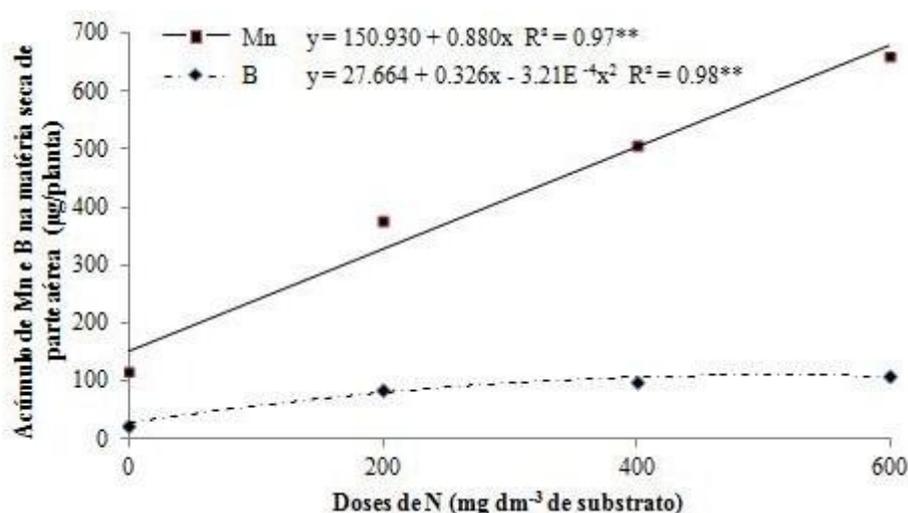
Verificou-se um acúmulo de 18,39 e 90,64  $\mu\text{g planta}^{-1}$  de Fe e Zn, respectivamente, na dose de 600  $\text{mg dm}^{-3}$  de N.. Na dose de 300  $\text{mg dm}^{-3}$  de K observou-se um acúmulo de 59,48  $\mu\text{g planta}^{-1}$  de zinco por planta. O aumento das quantidades acumuladas para o Zn e Fe (Figuras 5 e 6) pode ser devido ao aumento da quantidade de massa seca (Figura 2) com o aumento das doses de N e K. Assim, pode-se dizer que as doses de N e K contribuíram de forma indireta para aumentar as quantidades acumuladas desses micronutrientes, pois provocaram o aumento da massa seca das plantas.

Para o Zn, Dias et al. (2012) também observaram que as quantidades acumuladas aumentaram com as doses de K em mudas de goiabeira. Segundo Wallace et al. (1978), o fósforo pode aumentar a absorção de zinco pelas plantas, porém pode ocorrer interação negativa quando o P encontra-se em alta concentração no meio e o Zn em baixa. Isso também pode explicar, parcialmente, o ocorrido no trabalho para o Zn, onde a adubação fosfatada complementar em dose adequada de acordo com Corrêa et al. (2002), e também a aplicação de sulfato de zinco conforme Malavolta (1980), favoreceram o acúmulo crescente de Zn na parte aérea das mudas de aceroleira. Por outro lado, em aroeira-do-sertão Barbosa (1994) verificou “efeito de diluição” do Zn, como consequência do maior crescimento da planta em resposta às doses utilizadas de N e K.

O efeito não significativo do Cu, provavelmente, ocorreu devido à dose de sulfato de cobre aplicada na adubação complementar, que pode ter sido além do nível crítico exigido

pela cultura para seu crescimento. Deste modo, a disponibilidade nutricional de N e K não afetou o acúmulo de Cu nas mudas. Natale et al. (2006), também obtiveram resultado semelhante na parte aérea de mudas de maracujazeiro em que o acúmulo de cobre apresentou-se não significativo.

As mudas de aceroleira responderam à adição de N em relação ao acúmulo de B e Mn (Figura 7), sendo o modelo quadrático o que melhor se ajustou ao acúmulo de B e o modelo linear ao Mn. Para o fator doses de K e a interação entre as doses de N e K, não houve diferença significativa com  $p > 0,05$ .



**Figura 7.** Quantidade acumulada de Mn e B na parte aérea de mudas de aceroleira em função das doses de N.

O maior acúmulo de Mn ( $678,93 \mu\text{g planta}^{-1}$ ) foi observado na dose de  $600 \text{ mg dm}^{-3}$  de N. Para o boro, o máximo acúmulo ocorreu na dose de  $507 \text{ mg dm}^{-3}$  de N, sendo acumulado  $110,18 \mu\text{g planta}^{-1}$ . Por ser imóvel na planta, o boro é absorvido rapidamente e posteriormente, em dado ponto sua absorção torna-se lenta e cessa devido ao mecanismo de controle de absorção. Resultado semelhante para o B foi observado por diversos autores (DIAS, 2012; NEVES, 2007; LOPES, 1996; NATALE, 2006) em função da adubação nitrogenada em diferentes espécies frutíferas.

O boro é um nutriente em que sua principal função está relacionada ao desenvolvimento da parede celular, interligando moléculas que fornecerão reforço físico à mesma, além de servir em outros processos celulares, como o metabolismo do ácido

ribonucleico (RNA) (PILBEAM; KIRKBY 1983; ALI; JARVIS, 1988) e funções da membrana (PARR; LOUGHMAN, 1983).

O Mn é um elemento que apresenta baixa mobilidade nas folhas e a sua distribuição para os outros órgãos da planta é lenta (RÖMHELD e FOULY, 1999; KIRKBY; RÖMHELD, 2007), podendo isso explicar sua alta concentração na parte aérea das mudas de aceroleira. Possivelmente, o alto acúmulo provocou baixo acúmulo de Fe, como consequência do mesmo também apresentar baixa mobilidade nos tecidos vegetais.

Segundo Malavolta e Neptune (1983), a utilização de “adubos fisiologicamente ácidos”, contendo nitrogênio na forma N-NH<sub>2</sub> ou N-NH<sub>4</sub>, reduz o pH do solo, aumentando a disponibilidade e, conseqüentemente, a absorção de micronutrientes, podendo atingir níveis tóxicos. Esse fato não foi observado no presente trabalho em que, para os micronutrientes Fe, Zn e Mn, o acúmulo na parte aérea seguiu modelo linear, não sendo verificada uma dose a partir da qual houvesse decréscimo significativo, indicando toxidez.

O acúmulo de nutrientes nas mudas de aceroleiras apresentou a seguinte ordem decrescente para os macronutrientes N>Ca>Mg>P>S>K e para os micronutrientes Mn>B>Zn>Fe. Chu, Möller e Carvalho (2001), estudando a quantidade de nutrientes absorvida por mudas de gravioleira, obtiveram um acúmulo seguindo a ordem decrescente N, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn e Cu. Em contrapartida, Augostinho et al. (2008), verificaram que o acúmulo de macro e micronutrientes pelas mudas de goiabeira obedeceu à seguinte sequência: K>N>Ca>S>P>Mg>Fe>Mn>B>Zn>Cu.

Variações na ordem de absorção e acúmulo de nutrientes em mudas de frutíferas são comumente relatadas na literatura, quando se empregam materiais genéticos e meios de cultivo distintos. A quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas é função das condições edafoclimáticas e das características genéticas da planta.

Dentre os fatores edafoclimáticos, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo têm sido considerados como os principais responsáveis por alterações nos padrões de absorção de nutrientes e, conseqüentemente, do acúmulo. Por outro lado, as influências genéticas, na absorção de nutrientes, estão relacionadas com as características morfológicas e fisiológicas da planta, que influenciam os parâmetros cinéticos de absorção (GLASS, 1989; MARSCHNER, 1995), ou seja, uma planta que se desenvolve e responde adequadamente no campo, conseqüentemente, apresentará caracteres que permitam um ótimo crescimento de mudas a partir dela.

## CONCLUSÃO

O acúmulo dos nutrientes avaliados foi influenciado pela aplicação de nitrogênio e potássio ao substrato em mudas de aceroleiras.

As doses de  $600 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  de N e K, respectivamente, provocaram um maior acúmulo dos nutrientes seguindo a ordem decrescente de acúmulo nas mudas  $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S} > \text{K} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Fe}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, A.H.N.; JARVIS, B.C. **Effects of auxin and boron on nucleic-acid metabolism and cell-division during adventitious root regeneration.** *New Phytologist* 108: 383-391. (1988).

ALMEIDA, E.V; NATALE, W; PRADO, R.M; BARBOSA, J.C. Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1138-1142, 2006.

ALVES, R.E.; SILVA JÚNIOR J.P. da; SILVA, A.Q. da; SILVA, H; MALAVOLTA, E. (1990). **Concentração e exportação de nutrientes pelos frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.) por ocasião da colheita.** In: 19a Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.

AUGOSTINHO, L. M. D.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 536-568, 2008.

BARBOSA, Z. Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira-do-Sertão). 1994. 105f. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

CHU, E.Y.; MÖLLER, M.R.F.; CARVALHO, J.G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n 4, p. 671-680, 2001.

CIBES, H., and G. SAMUELS. Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. University of Puerto Rico, Rio Piedras. (**Technical Paper**, 15). 1995.

CORRÊA, F.L.O; SOUZA , C.A.S; CARVALHO , J.G; MENDONÇA, V. Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 793-796, 2002.

COUTINHO, E.L.M; SILVA, A.R. da; MONTEIRO, F.A. Adubação potássica em forrageiras. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 21. 2004. Piracicaba 2004. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2004. p.219-277.

CUNHA, R.C.S. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) em função da idade e da época do ano. (**Monografia de Graduação**), CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1992.

DIAS, M.J.T; SOUZA, H.A de; NATALE, W; MODESTO, V.C; ROZANE, D.E. Fertilization with nitrogen and potassium in guava seedlings in a commercial nursery. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2837-2848, 2012.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras. UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino estatístico. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FREIRE, J.L. de O. Acerola (*Malpighia* sp) concentrações de NPK em plantas e caracterização físico-química de frutos em pomares de diferentes regiões da Paraíba. (**Dissertação de Mestrado**). CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1995.

GLASS, A.D.M. **Plant nutrition: an introduction to current concepts**. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1989. 234p

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V- Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agronômicas**, n.118. 24p. (2007)

LOPES, P.S.N. Propagação sexuada do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) em tubetes: Efeito da adubação nitrogenada e substrato. 1996. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A.M.L. Características e eficiência dos adubos nitrogenados. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1983. (SN **Boletim técnico**, 2).

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

MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; ABREU, N. A. A.; TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A.; GURGEL, R. L. S.; ORBES, M. Y. Adubação nitrogenada em cobertura na formação e substratos na formação de mudas de mamoeiro 'Formosa'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 668-675, 2009.

NASCIMENTO, L.C. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia* sp) cultivadas nas regiões do Cariri e Brejo Paraibano. (**Monografia de Graduação**) CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1995.

NATALE, W; PRADO, R.M.; ALMEIDA, E.V de; BARBOSA, J.C. **Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo** Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 2, p. 187-192, 2006.

NEVES, O.S.C; CARVALHO, J.G. de; FERREIRA, E.V.O; PEREIRA, N.V; NEVES, V.B.F. Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Agrárias**. Recife, v.2, n.3, p.200-207, 2007.

PARR, A.J.; LOUGHMAN, B.C. **Boron and membrane function in plants**. In: Robb, D.A.; W.S. Pierpoint (Eds.). Metal and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants. Academic Press, London. p. 87-107, 1983.

PILBEAM, D.J.; KIRKBY, E.A. The physiological role of boron in plants. **Journal of plant nutrition** 6: 563-582, 1983.

RÖMHELD, V.; EL-FOULY, V. - Foliar nutrient application: Challenges and limits in crop production. In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Foliar Fertilization. Fertilizer Society of Thailand. Bangkok, Thailand. p. 1 - 32. (1999)

ROZANE, D. E.; PRADO, R. de M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1020-1026, 2007.

SILVA JÚNIOR, J.P. da S., R.E. ALVES, H. SILVA, and A.Q. da SILVA. Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivadas em pomar. In: **19º Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, SBCS, Santa Maria, 1990.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. **Nitrogen-acquisition by plants in a sustainable environment**. In: SINGH, R.P.; JAIWAL, P.K. (Ed.). Biotechnological Approaches to Improve Nitrogen Use Efficiency in Plants. Houston, Texas: Studium Press, 2006. p.41-62.

SOUZA, H. A.; MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; TEIXEIRA, G. A.; GURGEL, R. L. S.; RAMOS, J. D. Adubação nitrogenada e substratos na produção de mudas de maracujazeiro doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 599-604, 2007.

WALLACE, A.; MUELLER, R.T; ALEXANDER, G.V. Influence of phosphorus on zinc, iron, manganese and copper uptake by plants. **Soil Science**: vol.126, n.6 p. 336-341, 1978.

## **ii. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A qualidade da muda é fator de suma importância que acarretará não somente o máximo desenvolvimento da planta, como também ditará o sucesso da implantação de um pomar produtivo e rentável, principalmente, em se tratando de frutos para exportação. Devido a isso, são necessárias pesquisas em torno da adubação e nutrição mineral que são fatores que condicionam a qualidade da muda em busca de plantas mais produtivas e resistentes às adversidades ambientais.

A eficiência no uso de nutrientes deve continuar a aumentar se quisermos alimentar nossa crescente população humana sem acelerar a degradação ambiental com o uso excessivo de fertilizantes. Para isso mais pesquisas devem ser feitas considerando a importância da diminuição no uso indiscriminado de adubos químicos que podem interferir não somente no meio ambiente, mas também na saúde humana com seus efeitos tóxicos.

Todavia, sugere-se condução de novas pesquisas para se avaliar melhor os efeitos do N e K sobre as características de crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira com doses maiores dos nutrientes, avaliando-se juntamente com a fisiologia da planta.

### iii. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLOUFA, M.A.I.; CAMPOS, M.A. Calogênese de acerola (*Malpighia glaba*. L.) a partir de explantes foliares cultivados *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.284-287, 1999.

BORDIN, I.; ROBERTO, S.R.; NEVES, C.S.V.J.; STENZEL, N.M.C.; FURLANETO, T.L.R. Enraizamento de estacas de acerola sob concentrações de ácido indol-butírico. **Semina**, Londrina-PR, v.24, n.2, p.251-254, 2003.

BRAGA, M. F.; CALDAS, L.S.; HABE, M.H. Estabelecimento de acerola (*Malpighia glaba*. L.) *in vitro*: efeito do clone e explante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.3, p.335-346, 1997.

CHALFUN, N. N. J.; PIO, R. Aquisição e plantio de mudas frutíferas. Lavras: UFLA, 2002. 19 p. (**Boletim Técnico**, 113).

CORDEIRO, E.R. Seleção de genótipos de polinização livres e estimativas de parâmetros genéticos em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). 2000. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient., Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.

LIMA, R.L.S de; SEVERINO, L.S; GHEYI, H.R; SOFIATTI, V; ARRIEL, N.H.C. Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão-mansão. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 950-956, 2011.

LOPES, R. Polimorfismo, sistema de acasalamento, polinizações, repetibilidade de características do fruto e avaliação de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). 1999. **Dissertação** (Mestrado em genética e melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba. 1989

PAIVA, J.R.; PAIVA, W.O.; CORDEIRO, E.R.; SABRY NETO, H. Parâmetros genéticos em genótipos de polinização livre de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, 1999, p.629-634.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

## ANEXOS

ANEXO 1. Resumo da análise de variância de mudas de aceroleira para parâmetros de crescimento DC (diâmetro do caule); CPA (comprimento da parte aérea); NF (número de folhas); CR (comprimento de raiz); MSR (massa seca de raiz); MSPA (massa seca de parte aérea); MST (massa seca total) e IQD (Índice de qualidade de Dickson). Sete Lagoas/MG, 2014.

<b>Quadrado Médio</b>									
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>DC</b>	<b>CPA</b>	<b>NF</b>	<b>CR</b>	<b>MSR</b>	<b>MSPA</b>	<b>MST</b>	<b>IQD</b>
<b>Bloco</b>	2	0,15 <sup>n.s</sup>	155,30 <sup>n.s</sup>	521,83 <sup>n.s</sup>	160,74 <sup>n.s</sup>	0,02 <sup>n.s</sup>	1,12 <sup>n.s</sup>	1,65 <sup>n.s</sup>	0,002 <sup>n.s</sup>
<b>N</b>	3	6,06**	4016,82**	28949,43**	187,46*	0,27**	106,32**	135,47**	0,163**
<b>P</b>	3	0,07 <sup>n.s</sup>	233,58*	1012,54*	75,32 <sup>n.s</sup>	0,03 <sup>n.s</sup>	5,75**	7,65**	0,008 <sup>n.s</sup>
<b>N*K</b>	9	0,10 <sup>n.s</sup>	34,55 <sup>n.s</sup>	478,01 <sup>n.s</sup>	42,60 <sup>n.s</sup>	0,02 <sup>n.s</sup>	2,15**	2,51*	0,007 <sup>n.s</sup>
<b>CV (%)</b>		9,53 <sup>n.s</sup>	15,69	17,20	20,45	9,54	12,14	13,54	22,50

\*; \*\*; n.s – significativo a 5%, 1% e não significativo pelo Teste de F, respectivamente

ANEXO 2. Resumo da análise de variância para o acúmulo de macronutrientes: N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e S (enxofre) em mudas de aceroleira. Sete Lagoas/MG, 2014.

<b>Quadrado médio</b>							
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
<b>Nitrogênio</b>	3	25403,23**	72,77**	18,48**	924,67**	236,33**	1,83**
<b>Potássio</b>	3	219,51 <sup>n.s</sup>	2,78*	0,80*	52,64 <sup>n.s</sup>	1,89 <sup>n.s</sup>	52,41 <sup>n.s</sup>
<b>N*K</b>	9	76,33 <sup>n.s</sup>	0,45 <sup>n.s</sup>	0,12 <sup>n.s</sup>	21,43 <sup>n.s</sup>	0,46 <sup>n.s</sup>	0,63 <sup>n.s</sup>
<b>Blocos</b>	2	399,03 <sup>n.s</sup>	2,23 <sup>n.s</sup>	0,56 <sup>n.s</sup>	4,03 <sup>n.s</sup>	1,70 <sup>n.s</sup>	0,37 <sup>n.s</sup>
<b>CV (%)</b>		16,87	17,47	15,30	20,00	17,53	19,45

\*, \*\*, n.s – significativo a 5%, 1% e não significativo pelo Teste de F, respectivamente.

ANEXO 3. Resumo da análise de variância para o acúmulo de micronutrientes: Zn (zinco), Fe (ferro), Mn (manganês), Cu (cobre) e B (boro) em mudas de aceroleira. Sete Lagoas/MG, 2014.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>
<b>Nitrogênio</b>	3	12485,69**	141,20**	635031,79**	0,23 <sup>n.s</sup>	17087,90**
<b>Potássio</b>	3	371,36**	20,66 <sup>n.s</sup>	5807,07 <sup>n.s</sup>	0,13 <sup>n.s</sup>	738,41 <sup>n.s</sup>
<b>N*K</b>	9	125,34 <sup>n.s</sup>	8,25 <sup>n.s</sup>	4193,06 <sup>n.s</sup>	0,17 <sup>n.s</sup>	372,38 <sup>n.s</sup>
<b>Blocos</b>	2	54,24 <sup>n.s</sup>	4,52 <sup>n.s</sup>	13801,96 <sup>n.s</sup>	0,04 <sup>n.s</sup>	567,38 <sup>n.s</sup>
<b>CV (%)</b>		15,67	21,34	17,62	14,26	19,39

