

ATUMANE NURO

**ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO LULO (*Solanum  
quitoense* Lam. variedade *septentrionale*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL

2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N974a  
2012

Nuro, Atumane, 1974-

Absorção de nutrientes pela cultura do lulo  
(*Solanum quitoense* Lam. variedade *septentrionale*) /  
Atumane Nuro. – Viçosa, MG, 2012.  
viii, 42f. : il. ; (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 34-42

1. Lulo. 2. *Solanum quitoense*. 3. Plantas - Nutrição.  
4. Absorção. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação  
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.6

ATUMANE NURO

**ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO LULO (*Solanum  
quitoense* Lam. variedade *septentrionale*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 19 de outubro de 2012

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Coorientador)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Prof. Paulo Roberto Gomes Pereira

---

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira  
(Orientador)

## **DEDICO**

***A Allah,***

*Todo misericordioso, por me proporcionar a oportunidade de concretizar o sonho de realizar o curso de pós-graduação em Fitotecnia, ajudando-me vencer todas as dificuldades.*

## OFEREÇO

-À minha mãe Mariamo Omar, agora ausente, mas eternamente presente em minha vida;

- Ao meu pai Nuro Atumane Chande, pelo apoio durante toda a carreira estudantil;

- A minha esposa Celina Mate Jonas, por todo amor, carinho, incentivo e compreensão ao longo destes anos.

- Aos meus filhos Allen e Kelvin, que sempre estiveram presente ainda que longe preocupados com o término desta caminhada, procurando saber quando *papai volta, hoje, amanhã, afinal papa volta quando?*;

- Às minhas queridas irmãs Aissinha, Atija, Muazareia e Fatiminha, pela força.

## AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, Setor de Fruticultura, por me proporcionarem a oportunidade de realização deste curso;
- Ao Professor Dr. Dalmo Lopes de Siqueira, pela orientação, apoio e amizade durante estes dois anos de convivência;
- Ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, por me conceder afastamento total de minhas atividades, o que me permitiu maior dedicação ao estudo e a pesquisa;
- Ao CNPq, pelo financiamento desse projeto de pesquisa;
- Aos professores do curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa que transmitiram com competência e dedicação seus conhecimentos, contribuindo decisivamente para meu aprimoramento profissional;
- Aos meus coorientadores, Professores Paulo Roberto Cecon e Luiz Salomão, pela atenção e carinho com que sempre me orientaram durante a elaboração da dissertação.
- Aos funcionários do Setor de Fruticultura, pela simpática acolhida;
- Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Domingos e Itamar pela atenção e paciência;
- Aos funcionários do Pomar do Fundão, pela amizade, simpatia e muito humor.
- Aos meus colegas de curso, dos quais guardo agradáveis lembranças. Dentre eles estão Soares, Jaime, Daniel, Leila, Walter, Juliana, César, Lorena e Paulinho;
- Aos colegas Robson e Daniel que com muita paciência dedicaram os seus tempos ajudando na coleta de amostras e organização do trabalho;
- À Paula Serafim pelo apoio e atenção nas correções;
- Aos meus colegas do apartamento Sofrimento Matsimbe e Ricardo, que com muita alegria dividimos momentos agradáveis que levarei com muita estima.
- A todos que direta ou indiretamente estiveram ligados ao meu projeto que não citei o meu muito obrigado.

## CONTEÚDO

|                                                                                                                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMO .....                                                                                                                                                            | vii  |
| ABSTRACT .....                                                                                                                                                          | viii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL.....                                                                                                                                                | 1    |
| 2. Revisão de Literatura .....                                                                                                                                          | 3    |
| Figura 1. Planta de lulo <i>Solanum quitoense</i> variedade <i>septentrionale</i> .....                                                                                 | 4    |
| Figura 2. Flor de lulo <i>Solanum quitoense</i> variedade <i>septentrionale</i> .....                                                                                   | 4    |
| Fig 3. Fruto de lulo <i>solanum quitoense</i> variedade <i>septentrionale</i> .....                                                                                     | 4    |
| 2.1. Marcha de absorção.....                                                                                                                                            | 6    |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                              | 9    |
| Tabela 1: Dados climáticos registrados pela Estação Meteorológica de Viçosa, Minas Gerais, entre Novembro 2010 a Julho de 2011. ....                                    | 9    |
| Tabela 2: Resultado da análise química do solo da área experimental, proveniente da camada de 0-20 cm, no Pomar do Fundão. Viçosa-Minas gerais.....                     | 10   |
| 4.RESULTADO E DISCUSSÃO.....                                                                                                                                            | 13   |
| 4.1. Acúmulo de massa seca.....                                                                                                                                         | 13   |
| Figura 4. Peso da massa seca das folhas (A), caule (B), frutos (C), e de massa seca total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....    | 14   |
| 4.2.Acúmulo de macronutrientes.....                                                                                                                                     | 15   |
| 4.2.1. Nitrogênio.....                                                                                                                                                  | 15   |
| Figura 5. Acúmulo de nitrogênio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de nitrogênio total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam)..... | 15   |
| 4.2.2. Fósforo.....                                                                                                                                                     | 17   |
| Figura 6. Acúmulo de fósforo nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de fósforo total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....       | 18   |
| 4.2.3. Potássio.....                                                                                                                                                    | 18   |
| Figura 7. Acúmulo de potássio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de potássio total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....     | 20   |
| 4.2.4. Cálcio.....                                                                                                                                                      | 20   |
| Figura 8. Acúmulo de cálcio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cálcio total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....         | 21   |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.5. Magnésio.....                                                                                                                                                                       | 22 |
| Figura 9. Acúmulo de magnésio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de magnésio total (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                                       | 23 |
| 4.2.6. Enxofre.....                                                                                                                                                                        | 23 |
| Figura 10. Acúmulo de Enxofre nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de enxofre total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                         | 23 |
| 4.3.Acúmulo de micronutrientes.....                                                                                                                                                        | 25 |
| 4.3.1. Ferro.....                                                                                                                                                                          | 25 |
| Figura 11. Acúmulo de ferro nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cobre total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                             | 26 |
| 4.3.2. Cobre.....                                                                                                                                                                          | 26 |
| Figura 12. Acúmulo de cobre nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cobre total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                             | 27 |
| 4.3.3. Zinco.....                                                                                                                                                                          | 28 |
| Figura 13. Acúmulo de zinco nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de zinco total da parte aérea (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                             | 29 |
| 4.3.4. Manganês.....                                                                                                                                                                       | 29 |
| Figura 13. Acúmulo de manganês nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de manganês total (D) em plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....                                      | 30 |
| Tabela 3. Quantidade de nutriente acumulado na planta de lulo ( <i>solanum quitoense</i> Lam), cultivado em campo, aos 240 dias após transplantio. Viçosa - Minas Gerais.....              | 31 |
| Tabela 4: Quantidade relativa de N e K acumulada nas plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam), em função de idade, cultivados em campo. Viçosa – Minas Gerais.....                  | 31 |
| Tabela 5. Quantidade de macronutrientes presentes nos frutos de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam), cultivado em campo, até aos 240 dias após o transplantio. Viçosa - Minas Gerais..... | 32 |
| Tabela 6. Quantidade de micronutrientes presentes nos frutos de lulo ( <i>Solanum quitoense</i> Lam), cultivado em campo até aos 240 dias após o transplantio. Viçosa - Minas Gerais.....  | 32 |
| 5.CONCLUSÕES.....                                                                                                                                                                          | 33 |
| 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                                                                          | 34 |

## RESUMO

NURO, Atumane, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2012. **ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DE LULO (*Solanum quitoense* Lam. variedade *septentrionale*)**. Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Coorientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

Este trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de nutrientes pela cultura de lulo desenvolvida em condições de campo. O trabalho foi realizado no período de novembro de 2010 a julho de 2011, no pomar do Fundão pertencente a Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quinze épocas de coletas iniciadas aos 30 dias após o transplantio, com intervalo entre coletas de 15 dias. As plantas coletadas foram fracionadas em folhas, caule e frutos; secas e submetidas a determinação das concentrações de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn). A partir das concentrações desses nutrientes, e da massa seca de folhas, caule e frutos determinou-se o acúmulo de nutrientes em cada época. Foram avaliados: acúmulo de massa seca nas folhas, caule, frutos e total. Aos 240 dias após o transplantio (DAT), 45% da massa seca alocou-se nos frutos, 35% no caule e 20% nas folhas. O K e o Fe foram os macro e micronutrientes mais absorvidos pela planta. O acúmulo de nutrientes pelas plantas de lulo por ordem decrescente foi de 28,684; 23,182; 9,148; 3,762; 1,846; 1,736 g.planta<sup>-1</sup>, respectivamente para K, N, Ca, Mg, P, S e 442, 67; 80,56; 30,76; 6,63 mg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente para Fe, Mn, Zn, Cu. Os nutrientes N, K, P, Ca, S e Cu acumularam-se preferencialmente nos frutos, enquanto Mg, Zn, Mn e Fe na parte vegetativa. O período de maior absorção de N e K pelas plantas de lulo foi entre 165-240 dias após o transplantio.

## ABSTRACT

NURO, Atumane, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, october, 2012  
**ABSORPTION OF NUTRIENTS BY LULO PLANTS (*Solanum quitoense* Lam. variety. *septentrionale*)**. Advisor: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

This work examines the accumulation of nutrients of the lulo plants under field conditions. The work was carried out from November 2010 to July 2011, at the precipice orchard belonging to the Federal University of Viçosa, in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. The experimental design was in randomized complete blocks with four replications. The treatment consisted of fifteen collection dates, beginning 30 days after transplanting (DAT), at 15 day intervals. The collected plants were fractionated into leaves, stems and fruits, dried and subjected to determination of nutrients concentration (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, and Mn). From the concentration of this nutrients and dry mass of the leaves, stem and fruits, it was determined the accumulation of nutrients in different parts of plants and total plant in each time. It was evaluated: dry matter accumulation in leaves, branches, fruits and total. The fruits provided higher production of dry mass in comparison to other organs. In the crop, at 240 days after transplanting (DAT), 45% of dry matter was allocated in the fruits 35% in the leaves and 20% in the stem. N and Fe were the macro and Micronutrients more absorbed on the plant. The order of accumulation of nutrients was 28,684; 23,182; 9,148; 3,762; 1,846; 1,736 g.planta<sup>-1</sup>, respectively, for K, N, Ca, Mg, P, S e 442, 67; 80, 56; 30, 76; 6,63 mg.planta<sup>-1</sup>, respectively for Fe, Mn, Zn, Cu. The nutrients N, K, P, Ca, S and Cu accumulated preferentially in the fruits, while Mg, Fe, Zn and Mn accumulated in vegetative part. The period of large absorption of N and K of plants lulo was between 165 and 240 day after transplanting date, respectively.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por alimentos é crescente em todo o mundo, face ao aumento populacional e às restrições ambientais para o desenvolvimento de certas culturas. Apesar da alta produtividade obtida com as culturas tradicionais, parte significativa da população mundial sente a falta de alimentos para o atendimento de suas necessidades básicas. Principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a escassez de alimentos é mais sentida, comprometendo, sobretudo, a sobrevivência dos animais e pessoas que dependem de uma cota mínima de alimentos (GANCEL et al., 2008). Muitos países têm realizado investimentos significativos buscando novas alternativas, que incluem novas tecnologias de produção e armazenamento, bem como programas de melhoramento para seleção e adaptação de novos produtos de origem animal e vegetal.

Muitas destas alternativas são encontradas nos recursos naturais oriundos da própria biodiversidade regional, como frutos, grãos e sementes. Embora desconhecidos do cotidiano das pessoas, muitos produtos naturais revelam um potencial riquíssimo como fonte de alimentos, bem como fontes de energia e importantes matérias-primas para os segmentos industriais, principalmente para as indústrias químicas e farmacêuticas. Investimentos e pesquisas deverão ser concentrados nestes potenciais produtos, no sentido de serem conhecidos pelo mercado consumidor, incentivando os elos da cadeia produtiva. Gancel et al. (2008), afirmaram que muitos produtos são conhecidos apenas regionalmente e ainda produzidos somente em escala reduzida. No futuro, no entanto, tais produtos poderão somar-se às culturas tradicionais e ajudar na produção de alimentos em grande escala, com o objetivo de atendimento às necessidades internas de um país, bem como criar alternativas ao agronegócio do mercado globalizado.

Em vários países andinos, existe uma espécie nativa conhecida como lulo, já cultivada no Equador e Colômbia, para produção de alimentos. Também é cultivada em outros países, como Peru, Guatemala, Peru, Costa Rica e alguns países africanos, como Egito, Etiópia e Quênia (DENNIS et al., 1985). A Colômbia é a principal produtora mundial e, em 2009, contava com uma produção anual estimada em 117 mil toneladas (MEDINA, 2009). A espécie é cientificamente classificada como *Solanum quitoense* Lam., da família Solanaceae, sendo encontrada em condições ecológicas muito específicas, como altitudes que variam de 1200 a 2300 metros

(DENNIS et al., 1985; HEISER, 1972), solos úmidos e bem drenados, com precipitação mínima anual de 2032 mm.

Face à sua extensão territorial e diversidade de condições edafoclimáticas, o Brasil se apresenta como um país com condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura. Quase todas as culturas tradicionais, que atualmente fazem o sucesso do agronegócio, são espécies exóticas que encontraram condições bem adequadas ao seu desenvolvimento. Algumas delas, como a soja, laranja e eucalipto, apresentam, no Brasil, produtividade superior à encontrada no país de origem. Entretanto, para alcançar essa condição, foram necessários muitos anos e investimentos elevados em pesquisa (NETO E BORÉM, 2010).

Procedimento semelhante poderá ser feito para outras culturas, adaptando-as às condições locais quanto às exigências de clima, solo e tratamentos culturais, bem como a resistência às pragas e doenças. Numa fase posterior, deverão ser feitos testes de melhoramento para adaptação da cultura às condições adversas. Para cada espécie vegetal existe um ambiente ecológico ótimo, no qual as funções ecológicas são harmonicamente ajustadas, propiciando-lhe um desenvolvimento que lhe permita expressar o potencial produtivo.

Para melhor conhecimento da cultura, devem ser feitos estudos sobre o seu comportamento em resposta a diversos fatores ambientais e de manejo. Para tanto, devem ser realizados estudos sobre acúmulo de massa seca pela planta, analisando os diversos segmentos, como folha, caule, flores, frutos e raiz. As análises poderão ser feitas através das curvas de absorção de nutrientes, que são respostas às diferentes dosagens e concentrações de nutrientes. Não foram encontrados dados referentes à absorção de lulo na literatura, daí a importância deste estudo.

No Brasil, as informações a respeito da nutrição mineral e adubação são ainda pouco frequentes para a cultura do lulo. Considerando-se a escassez de informações sobre a cultura e o seu potencial de cultivo em condições tropicais, o objetivo desse trabalho foi determinar a marcha de absorção de nutrientes por plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.), desenvolvidas em condições de campo, em Viçosa – Minas Gerais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O lulo (*Solanum quitoense* Lam.) é uma das espécies pouco conhecidas mundialmente, cujo fruto é semelhante ao tomate (*S. lycopersicum*), porém, a planta apresenta espinhos nos caules e folhas e os seus frutos são cobertos por tricomas (MILLER & DIGGLE, 2003 ). O fruto é conhecido em espanhol como "naranjilla", enquanto que na Colômbia é denominado "lulo" palavra de origem quechua (PATIÑO, 1962; LOBO, 2004). Ocorre naturalmente nas regiões andinas, concentrando-se em alguns países, como Equador, Peru e, principalmente, na região norte da Colômbia. Analogamente, são reportadas espécies silvestres relacionadas na Venezuela, Brasil, América Central e na Ásia. A espécie é encontrada em condições ecológicas muito específicas, como altitudes que variam de 1200 a 2300 metros, solos úmidos e bem drenados, com precipitação mínima anual de 2032 mm (LOBO et al., 1983; DENNIS et al., 1985 ; HEISER & ANDERSON, 1999).

Segundo Heiser (1972) e Angulo (2006), existem duas variedades da espécie *S. quitoense* Lam, cujas diferenças estão na presença de espinhos no caule e nas folhas, bem como nos locais em que são encontrados nos países onde ocorrem naturalmente. A variedade *quitoense* não apresenta espinhos, ocorre na região sul da Colômbia e no Equador; a variedade *septentrionale* apresenta espinhos e ocorre na região central da Colômbia, Panamá e Costa Rica. Os frutos da variedade *septentrionale*, destacam-se também por serem mais ácidos, que os da variedade *quitoense* (ESTRADA, 1992).

Miller e Diggle (2003) fazem uma descrição botânica da espécie, como uma planta herbácea, que pode atingir até 2,50 metros de altura, que apresenta pêlos ao longo do caule. O caule principal possui coloração marron-esverdeado, apresentando de 4 a 7 ramos secundários até o início do período de floração. As folhas são denteadas e apresentam três estágios distintos de maturação: as localizadas na parte basal são grandes, coriáceas e de coloração verde-escuro; as localizadas na parte mediana são de tamanho menor e de coloração verde-claro; as folhas apicais são menores e apresentam uma coloração mais arroxeada (Figura 1).



Figura 1. Planta de lulo (*Solanum quitoense* variedade *septentrionale*)

As flores são de coloração esbranquiçada, podendo sofrer variações adquirindo coloração mais arroxeadas, formam cachos, agrupados no pedúnculo (Figura 2). A planta é classificada como andromonóica, apresentando flores hermafroditas. A frutificação se inicia no oitavo ao décimo mês e a colheita dos frutos já pode ser feita a partir deste período, podendo estender até dois anos. O fruto é uma baga, de forma arredondada, com diâmetro variando entre 3 a 8 centímetros. A casca externa ou exocarpo apresenta uma coloração que varia do amarelo ao laranja, coberta com pequenos pêlos, facilmente removidos (Figura 3). Segundo National Research Council (1989), a estrutura interna do fruto é muito semelhante ao do tomate. Quando os frutos estão maduros, a coloração da polpa varia de amarelo a verde. A parte interna do fruto é repartida em compartimentos, apresentando uma polpa succulenta, levemente ácida à ácida, sabor cítrico, e grande número de sementes, que varia de 400 até 1.000 unidades (MORTON, 1987; CARDENAS et al., 2004). Uma planta pode produzir até dois quilos de frutos por ano, geralmente de dois a seis frutos por cacho.



Figura 2. Flor de lulo *Solanum quitoense* variedade *septentrionale*



Fig 3. Fruto de lulo *Solanum quitoense* variedade *septentrionale*

Segundo National Research Council (1989); Morton (1987); Heiser & Anderson (1999), o fruto pode ser consumido in natura ou usado na composição do cardápio das refeições, bem como na preparação de sucos, saladas de frutas, geléias, doces, iogurtes, refrigerantes, conservas ou na cobertura de bolos e tortas. Devido a acidez natural do fruto, em geral, a polpa é consumida com adoçantes; é muito apreciado pelo atrativo aroma, além de seu potencial nutricional, possui propriedades antioxidantes, presença de vitaminas A e C, proteínas, pepsina e minerais, como fosfato e magnésio.

O desenvolvimento das plantas de lulo ocorre melhor em áreas com temperaturas moderadas, entre 14 e 22° C, com alta umidade, solos férteis e bem drenados (ANGULO, 2006).

A planta pode ser propagada por sementes ou por via vegetativa, como estaquia e enxertia. A germinação das sementes ocorre naturalmente, sem necessidade de uso de procedimentos especiais. Na propagação vegetativa, utilizam-se estacas ou partes de ramos mais velhos, um pouco lignificados, o que facilita a emissão de brotações. A propagação vegetativa não tem sido muito recomendada, devido a baixa eficiência e risco de disseminação de doenças (ZULUAGA, 1994)

Estudos estão sendo conduzidos para a propagação através da cultura de tecidos, usando segmentos de folhas e ramos, como explantes com resultados bastante promissores, existindo já vários protocolos para propagação in vitro de lulo que foram desenvolvidos na Colômbia e em outros países (HENDRIX et al., 1987; RUIZ et al., 2007).

Embora as espécies apresentem características e distribuição geográfica bem definidas nas áreas de ocorrência natural, é muito importante analisar as influências ambientais e os fatores que determinam a melhor adaptação da cultura a várias situações adversas, bem como nos meios para se obter maior produtividade. É imprescindível o conhecimento das exigências nutricionais durante as fases ou estádios do desenvolvimento da cultura, como referência para estabelecimento de um programa de adubação, de modo a fornecer os nutrientes em épocas e doses adequadas ao desenvolvimento das plantas.

## **2.1. Marcha de absorção**

O sucesso de qualquer cultivo depende de vários fatores, sendo a nutrição mineral um dos principais. O conhecimento dos processos de absorção e extração de nutrientes, em diferentes fases e idades, fornece subsídios para aplicação racional dos fertilizantes, aplicando-os nas fases e dosagens corretas. Os nutrientes minerais desempenham função essencial e específica no metabolismo das plantas, exercendo função estrutural (como parte da estrutura de qualquer composto orgânico vital para a planta), constituintes de enzimas e ativadores de reações enzimáticas, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal (MARSCHNER, 2005). Os nutrientes minerais, essenciais são importantes para a produção vegetal, sendo classificados de acordo com a proporção em que são exigidos e se acumulam na massa seca das plantas, podendo ser macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl e Mo).

Segundo Prado & Nascimento (2003), a dinâmica de acúmulo de nutrientes na massa seca ao longo do tempo retrata as necessidades da planta em relação ao nutriente específico, a dosagem e o modo de aplicação. Os mesmos autores mencionam que outras variáveis deverão ser consideradas, como condições climáticas favoráveis, manejo de água, tratos culturais etc. A capacidade em retirar os nutrientes do solo, varia na espécie, cultivar e também com o grau de competição existente. Variações nos fatores ambientais como temperatura e umidade do solo podem afetar consideravelmente o conteúdo de nutrientes minerais nas folhas, absorção destes pelas raízes, afetando o crescimento da parte aérea. Por outro lado, o acúmulo e distribuição de nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento. O conhecimento da absorção de nutrientes nesses estágios de desenvolvimento das plantas identifica as épocas de maior exigência dos elementos, embora a absorção de nutrientes seja fortemente afetada pelo clima, variedade, sistema de cultivo. De maneira geral, pode-se afirmar que os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, com variações na velocidade de absorção ao longo do ciclo e na translocação das folhas e dos caules para os órgãos reprodutivos (COELHO, 1994).

Haag et al. (1981) caracterizaram que a absorção de nutrientes pelo tomateiro varia de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, intensificando-se com o florescimento, a formação e o crescimento dos frutos. Realizando experimentos com o tomateiro, os autores verificaram que o crescimento da cultura foi lento nos

primeiros trinta dias e, a partir daí, a massa seca dobrou a cada quinzena até os setenta e cinco dias, atingindo um máximo aos 105 dias após o transplante. Fayad et al. (2002) estudaram dois híbridos do tomateiro e observaram a máxima absorção diária dos nutrientes coincidia com o período inicial de frutificação. Fernandes et al. (1975) verificaram que o tomateiro absorveu, entre os micronutrientes, maior quantidade de boro, seguido do cobre, ferro, manganês e zinco.

Segundo Silva e Giordano (2000), a taxa de absorção de nutrientes em tomateiro é proporcional ao acúmulo da massa seca, aumentando com as primeiras flores e atinge valores máximos nas fases de pegamento e crescimento dos frutos, decrescendo com maturação dos frutos.

Gargantini e Blanco (1963) realizaram testes de nutrição mineral do tomateiro (variedade Santa Cruz - 1639) e concluíram que o nutriente mais absorvido foi o potássio, seguido pelo nitrogênio, cálcio, enxofre, fósforo e magnésio. As absorções de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre alcançaram valores máximos no período entre 100 a 120 dias após a germinação; as absorções de cálcio e de fósforo foram regulares e ocorreram durante todo o ciclo da planta. O acúmulo de massa seca no início da cultura foi relativamente pequeno até os quarenta dias, mas, a partir daí, até os noventa dias, observou-se considerável acúmulo de massa seca.

Segundo Marschner (1995), a marcha de absorção avalia a relação entre a quantidade de nutrientes, acúmulo de massa seca e a idade da planta. A marcha permite identificar a quantidade de nutrientes, a ser aplicada por meio de fertilizantes, a época de maior exigência de cada nutriente pela planta, a concentração de nutriente num determinado órgão, a quantidade que é extraída através da colheita e as necessidades de reposição para novo ciclo da cultura. O conhecimento da exigência nutricional e da marcha de absorção dos nutrientes através dos órgãos componentes das plantas é importante para se estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas, obtendo assim os melhores rendimentos.

Ao se avaliar a marcha de absorção de nutrientes pela planta, é possível estabelecer uma programação de adubos e fertilizantes nas culturas, de acordo com o estágio fisiológico de máxima absorção, objetivando uma maior produtividade. Uma adequada aplicação de fertilizantes implica menores perdas de adubo e potenciais riscos tóxicos provocados por elevadas concentrações salinas, além de minimizar os

danos ambientais, levando sempre em consideração o fator qualidade de produto final (NELL et al., 1997; CAMARGO et al., 2004 ).

As curvas de absorção de nutrientes determinadas para algumas espécies olerícolas tem mostrado comportamento semelhante, onde o acúmulo de nutrientes segue o mesmo padrão da curva de acúmulo de massa seca, geralmente apresentando três fases distintas: a primeira fase de absorção é lenta, seguida de intensa absorção até atingir o ponto máximo, seguido de um ligeiro declínio (PRATA, 1999; LIMA, 2001). Para que haja absorção, a planta deve estar em contato com o nutriente presente na solução do solo, que se dá através da interceptação radicular, durante o alongamento radicular, através dos espaços porosos do solo. Tal situação, também, ocorre por fluxo de massa, onde a planta absorve água da solução do solo, devido à transpiração, transportando nutrientes até a superfície radicular e por difusão, devido à absorção de nutrientes. Através de tais mecanismos, cria-se uma gradiente de concentração, fazendo com que os nutrientes se movimentem na solução do solo em direção à superfície radicular (MARSCNHER, 1995; GIANELLO et al.,1995).

Souza et al. (2003) consideram que a aplicação de fertilizantes deverá ser feita antes da fase de elevada absorção de nutrientes, o que se torna possível tão somente quando se conhece a marcha de absorção.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de novembro de 2010 a julho de 2011, no Pomar do Fundão, área experimental da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas; longitude oeste; 42° 52' 40"; latitude sul 20° 45' 20" e altitude de 651 metros. O clima é do tipo mesotérmico, Cwa, com verões chuvosos, e com estiagens no período do inverno. A precipitação média anual é de 1.360,7 mm, sendo a temperatura média anual de 22,8° C (PEREIRA e ALVES, 1997).

Os dados climáticos referentes ao período de estudo foram obtidos na Estação Meteorológica de Viçosa (Tabela 1).

**Tabela 1:** Dados climáticos registrados pela Estação Meteorológica de Viçosa, Minas Gerais, entre novembro 2010 a julho de 2011.

| Meses     | Temperatura (C°) |        | Precipitação<br>pluvial |
|-----------|------------------|--------|-------------------------|
|           | Máxima           | Mínima | Mensal (mm)             |
| Novembro  | 26,3             | 16,5   | 88,5                    |
| Dezembro  | 26,4             | 19,5   | 96,1                    |
| Janeiro   | 27,8             | 19,8   | 184,1                   |
| Fevereiro | 28,8             | 18,2   | 99,7                    |
| Março     | 27,4             | 19,0   | 172,6                   |
| Abril     | 27,1             | 17,9   | 19,8                    |
| Maio      | 24,7             | 14     | 36,9                    |
| Junho     | 23,1             | 11,2   | 16,1                    |
| Julho     | 24,2             | 9,9    | 7,6                     |

O solo da área experimental foi classificado como argiloso, com ausência de pedregosidade, textura média e os resultados da análise química de amostras retiradas na profundidade de 0-20 cm estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Resultado da análise química do solo da área experimental, proveniente da camada de 0-20 cm, no Pomar do Fundão. Viçosa-Minas Gerais.

| pH em<br>H <sub>2</sub> O<br>1:2,5                |                            | Características químicas         |    |        |                                                         |                               |                        |     |       |
|---------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----|--------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------|-----|-------|
|                                                   |                            | P                                | K  | Ca     | Mg                                                      | S                             | H+Al                   |     |       |
| 6,1                                               | .....                      | .... (mg.dm <sup>-3</sup> )..... |    |        |                                                         |                               | cmolc.dm <sup>-3</sup> |     |       |
|                                                   |                            | 17,4                             | 54 | 3,7    | 1,3                                                     | 19,2                          | 2,3                    |     |       |
| SB                                                | CTC(t)                     | CTC(T)                           | V  | MO     | P-rem                                                   | Zn                            | Fe                     | Cu  | Mn    |
| .....                                             | molc/dm <sup>3</sup> ..... |                                  | %  | dag/kg | mg/L                                                    | .....mg/dm <sup>3</sup> ..... |                        |     |       |
| 5,14                                              | 5,14                       | 7,45                             | 69 | 2,5    | 26,5                                                    | 2,3                           | 111,7                  | 2,8 | 127,3 |
| P- Na-K-Fe-Zn-Mn-Cu-Extrator Mehlich 1            |                            |                                  |    |        | CTC (t)-Capacidade de troca catiónica efetiva           |                               |                        |     |       |
| Ca-Mg-Al-Extrator: KCl-1mol/l                     |                            |                                  |    |        | CTC (T)- Capacidade de troca catiónica efetiva a pH 7,0 |                               |                        |     |       |
| H+Al- Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/l-pH 7,0 |                            |                                  |    |        | V= Índice de saturação de bases                         |                               |                        |     |       |
| S-Extrator –Fosfato monocalcico em ácido acético  |                            |                                  |    |        | M.O matéria orgânica=C.Org*1,724-Walkley                |                               |                        |     |       |
| SB=Soma de bases trocáveis                        |                            |                                  |    |        | P-rem=Fósforo remanescente                              |                               |                        |     |       |

A área experimental possuía a dimensão de 440 m<sup>2</sup>, onde foram implantadas as parcelas.

Foram usadas plantas de lulo da variedade *septentrionale*, cuja as mudas foram produzidas a partir de sementes, em casa de vegetação, e foram transplantadas com 45 dias após a semeadura, quando apresentavam uma altura variando de 15 a 20 cm.

No campo experimental, as mudas foram plantadas usando espaçamento de 3,0 x 2,0 m, em covas de 0,30 x 0,30 x 0,30 m, correspondentes à largura, comprimento e profundidade. A adubação de plantio por cova constou de 200 gramas de superfosfato simples, acrescido de 10 litros de esterco de curral e 5 litros de cama de frango, ambos curtidados.

As adubações de cobertura foram realizadas mensalmente, utilizando-se 30 gramas de uréia e 20 gramas de cloreto de potássio, por planta. Nos meses subsequentes à floração, aumentou-se a dosagem de nutrientes, passando para 40 gramas de uréia e 40 gramas de cloreto de potássio por planta.

A irrigação (microaspersão) e o controle de plantas daninhas foram realizados sempre que necessário, em função das condições climáticas e aspecto visual das plantas.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, cujos tratamentos consistiram na coleta quinzenal de amostras, a partir de trinta dias após o transplante das mudas, iniciando a coleta em dezembro de 2010 e finalizando-a em julho de 2011, totalizando 15 coletas.

A retirada da amostra foi realizada de forma aleatória, sendo colhida uma planta por repetição. Em cada data da amostragem, as plantas foram cortadas ao nível do solo, separadas em folhas, caule e frutos, determinando-se a massa fresca. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 70°C até atingir a massa constante, se determinando em seguida a massa seca de cada órgão.

As alíquotas de cada órgão da planta foram submetidas à determinação dos teores de nutrientes. O N-total foi determinado pelo método Kjeldahl, descrito por Bremner (1965). Os demais elementos foram determinados após mineralização, pela digestão nítro-perclórica. O P foi dosado por espectrofotometria de absorção molecular Braga e Defelipo (1974); o K por fotometria de emissão de chama; o Ca e Mg, Fe, Mn, Cu e Zn foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica; e o S por turbidimetria do sulfato (Blanchar et al., 1965).

Os resultados obtidos das análises forneceram a concentração de cada nutriente, em cada órgão da planta, em cada data de amostragem. Para a determinação da quantidade total de nutrientes acumulados em cada parte da planta, multiplicou-se a concentração de cada nutriente pela massa seca do referido órgão, em cada data de amostragem.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAEG 9.1 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - UFV), 2007. As variáveis foram submetidas a análise de regressão. Foram utilizados os modelos não lineares; logístico, potencial e exponencial. Os modelos foram escolhidos baseado no coeficiente de determinação e potencial para explicar o fenômeno biológico. Para a equação do modelo não linear logístico foram determinados os respectivos pontos de curvatura mínima ( $P_{Cmin}=(b-2)/c$ ) e de curvatura máxima ( $P_{Cmax}=(b+2)/c$ ). O  $P_{Cmin}$  indica o momento na curva de acúmulo em que se iniciam ganhos significativos no acúmulo da característica em análise. Já  $P_{Cmax}$  indica o momento em que o acúmulo da característica em análise começa a se estabilizar. Os parâmetros b e c representam constante de integração que define a posição da curva em relação a origem e a capacidade inapta para o aumento dadas as condições ambientais vigentes,

respectivamente. Os gráficos foram construídos usando o programa estatístico SIGMAPLOT, versão 11.0.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.3. Acúmulo de massa seca

A massa seca dos diferentes órgãos da planta ajustou-se ao modelo logístico, enquanto a massa seca total da parte aérea ajustou-se ao modelo potencial (Figura 4). Desde o início da amostragem, as folhas acumularam mais massa seca até aos 99 DAT, quando atingiram 51,74 g/planta. A partir desta data, o caule foi o órgão que maior massa seca acumulou até aos 230 dias, quando o acúmulo de massa seca no fruto alcançou 301,55 g/planta, superando todos os demais até o final da avaliação. Segundo Marschner. (1995), os frutos são drenos de maior força, recebendo mais fotoassimilados das folhas.

As folhas aumentaram a massa seca lentamente até aos 63 DAT com a quantidade estimada de 22,98 g/planta. A partir de então, houve um aumento acelerado na massa seca, atingindo a quantidade estimada de 170,66 g/planta aos 208 DAT. Em seguida, houve um menor acúmulo de massa seca até o final de avaliação, com valor máximo estimado de 183,41 g/planta.

O caule acumulou massa seca lentamente até aos 92 dias, com uma quantidade estimada de 38,73 gramas/planta. A partir de então, houve uma aceleração no acúmulo de massa seca atingindo aos 178 DAT a quantidade de 286,86 g/planta. Após 179 DAT houve um acúmulo menor até o término da avaliação quanto atingiu o valor máximo estimado de 323,83 g/planta.

O acúmulo de massa seca nos frutos, determinado a partir dos 150 DAT, foi lento no início, até aos 180 DAT. Em seguida, o acúmulo intensificou-se ao longo do ciclo, atingindo o valor estimado de 374,975 g/planta aos 240 DAT. Na fase inicial do crescimento das plantas, observou-se nos órgãos vegetativos, um acúmulo intenso da massa seca e assegurar, a planta redirecionou os fotoassimilados para os órgãos reprodutivos. Nesse período, o acréscimo na massa seca vai-se tornando menor, o que pode ser explicado pela demanda de estruturas reprodutivas e abscisão das folhas (COLL et al., 1995).

Fayad et al. (2001), trabalhando com tomateiro, tanto no cultivo em condições de campo (cv. Santa Clara) como em ambiente protegido (EF-50), observaram a mesma sequência de acúmulo de massa seca.

Entre os órgãos da planta, os frutos se destacaram no acúmulo da massa seca sendo, portanto este o dreno preferencial na partição de fotoassimilados. Segundo Marschner (1995), nesta fase há maior translocação de carboidratos e outros

compostos da parte vegetativa para os frutos, como consequência da predominância da fase reprodutiva sob a vegetativa, devido alteração da força de drenos. Neste órgão a taxa diária de acúmulo foi crescente até ao final da avaliação.

Fayad et al. (2001), Fernandes et al. (1975), em tomateiro, Villas Boas (2001), na cultura do pimentão, verificaram os frutos como os órgãos de maior acúmulo de massa seca, o que se confirmou neste trabalho.

De maneira geral, as plantas do lulo variedade *septentrionale*, apresentaram crescimento lento até aos 75 dias, intensificando-se a partir daí a produção de massa seca até ao final do ciclo. Observou-se um acúmulo de massa seca das plantas ao longo do ciclo, atingindo a produção máxima da parte aérea de 1128,88 g/planta aos 240 DAT.

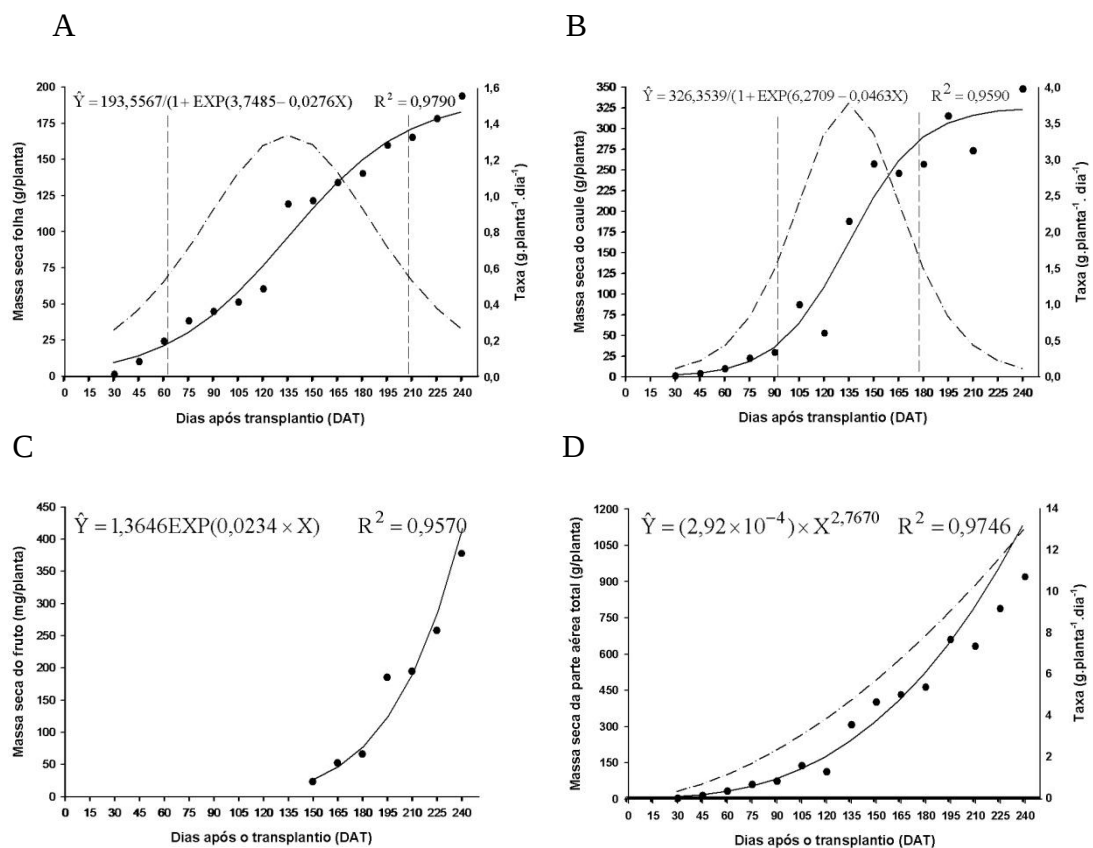


Figura 4. Massa seca das folhas (A), caule (B), frutos (C), e massa seca total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua, e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa - Minas Gerais.

#### 4.4. Acúmulo de macronutrientes

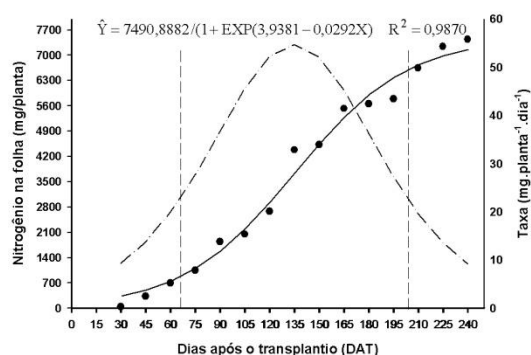
##### 4.2.1. Nitrogênio

O nitrogênio foi o segundo elemento mais acumulado pelas plantas. As curvas de acúmulo de nitrogênio em folhas e caule ajustaram-se ao modelo ao modelo logístico, e acúmulo deste nutriente em frutos e em toda parte aérea da planta, no entanto, seguiram o modelo potencial.

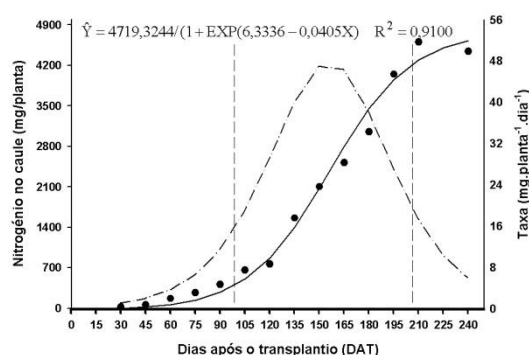
O acúmulo total de nitrogênio nas folhas, ocorreu de forma crescente até aos 240 dias após o transplântio de mudas, época em que o experimento foi encerrado. Contudo, o acúmulo nas folhas foi inicialmente lento, até aos 66 dias, quando atingiu o valor de 885,92 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado até aos 203 DAT, quando atingiu valor estimado de 6.594,45 mg/planta. Foi no período entre 66 a 203 DAT, que se registou maior taxa de acúmulo diário de N que ocorreu aos 135 DAT, alcançando o valor de 54,738 mg planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>. Em seguida, o acúmulo correu em proporções menores até ao final da avaliação, quando alcançou 7.160,81mg/planta. Essa tendência pode ser explicada pela demanda cada vez menor de nutrientes, na fase de maturação das folhas (COLL et al., 1995). Sabe-se que o nitrogênio é transportado no xilema e redistribuído principalmente pelo floema, em processos relativamente rápidos (Malavolta et al., 1997).

No caule, o acúmulo foi inicialmente lento até aos 107 DAT, quando alcançou 563,65 mg/planta. A partir desta data o acúmulo foi intensificado até aos 206 DAT, quando acumulou 4.162,52 mg/planta. A maior taxa de acúmulo, de 47,01 mg planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, ocorreu aos 150 DAT. Posteriormente, os acréscimos foram se tornando menores até ao final da avaliação com um máximo de 4.565,28 mg/planta.

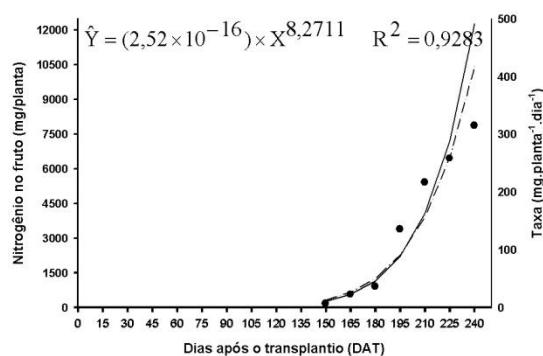
A



B



C



D

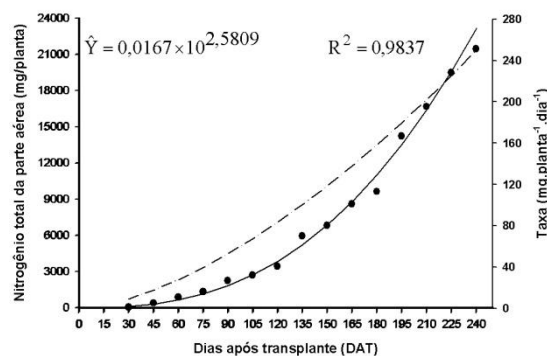


Figura 5. Acúmulo de nitrogênio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de nitrogênio total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam) representado pela linha contínua, e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa-Minas Gerais.

Nos frutos o acúmulo de nitrogênio, determinado a partir de 150 DAT, foi lento, intensificando-se ao longo do tempo, atingindo o valor máximo estimado de 12.260 mg/planta aos 240 DAT. A taxa diária de absorção de nitrogênio nos frutos foi sempre crescente até ao final da avaliação, indicando maior translocação deste elemento para as estruturas reprodutivas. Entre os órgãos da planta, os frutos foram os que mais acumularam nitrogênio com 51%, seguido pela folha 29,8% e finalmente o caule com 19,2%. Com o desenvolvimento dos frutos, há um incremento intensificado na absorção de nitrogênio, por estes constituírem os drenos preferenciais, pois há um aumento na translocação das folhas para os órgãos reprodutivos (SENGIK, 2005); a exemplo ocorrido com o tomateiro sob diferentes coberturas de solo (MACEDO DE LUCENA, 2011) e, com o tomateiro cv. Santa Clara cultivada sob condições de campo (FAYAD et al. 2002). Estes autores também, verificaram que o N foi o nutriente classificado em segundo lugar em

grandeza de acúmulo, ficando abaixo somente do potássio. No presente trabalho, esta preferência de acúmulo também foi observada, corroborando as pesquisas citadas.

#### 4.2.2. Fósforo

As curvas de acúmulo em folhas e caule ajustaram-se ao modelo logístico; por sua vez, o acúmulo deste nutriente em frutos e em toda parte aérea da planta ajustaram-se ao modelo potencial.

Dentre os macronutrientes estudados, o fósforo foi um dos elementos que apresentou menor acúmulo nas plantas de lulo. Segundo Coutinho et al. (1993), as quantidades de fósforo retiradas do solo pelas hortaliças são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. A eficiência de recuperação do fósforo no solo é baixa, com uma taxa de absorção de 10%, o restante fica no solo, podendo ser absorvido por plantas daninhas, ser transportado pela água ou retido pelas partículas do solo.

Nas folhas, o acúmulo de fósforo foi reduzido até aos 135 DAT, quando atingiu 131,22 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado, até ao final da avaliação, alcançando máximo de 431,36 mg/planta. Comportamento semelhante foi verificado no caule. A partir dos 165 DAT, o acúmulo intensificado atingiu o valor máximo de 509,55 mg/planta aos 240 DAT.

O acúmulo do fósforo nos frutos determinado a partir dos 150, dias foi crescente ao longo do ciclo da cultura, sendo que aos 240 DAT o acúmulo deste nutriente foi de 2.371,88 mg/planta. As folhas, caule e frutos acumularam 13%, 15% e 72% respectivamente. Assim como o nitrogênio, com o surgimento de frutos, o fósforo passa a se acumular gradativamente nos frutos, sendo estes os drenos preferenciais da planta. A taxa diária de acúmulo de fósforo nos frutos se mostrou crescente ao longo do tempo até ao final da avaliação. Segundo Malavolta (1997), à medida que a folha envelhece, o fósforo pode ser conduzido via floema para outras partes, em particular para os órgãos novos e aos frutos em desenvolvimento, levando a redução do teor deste elemento nas folhas.

Apesar do fósforo ser acumulado em menores quantidades ao longo do ciclo da cultura, não diminui a sua importância em relação ao adequado desenvolvimento da planta e produção de frutos de boa qualidade (MOLLINEDO, 1997). Este comportamento foi verificado por Siviero & Gallerani (1992) e Santos (2005), na cultura de pimenta, Grangeiro et al. (2004), na cultura de melancia e Silva &

Giordano (2000), na cultura do tomateiro; estes últimos autores verificaram absorção baixa deste nutriente, até ao aparecimento das primeiras flores, aumentando em seguida na fase de pegamento e crescimento dos frutos.

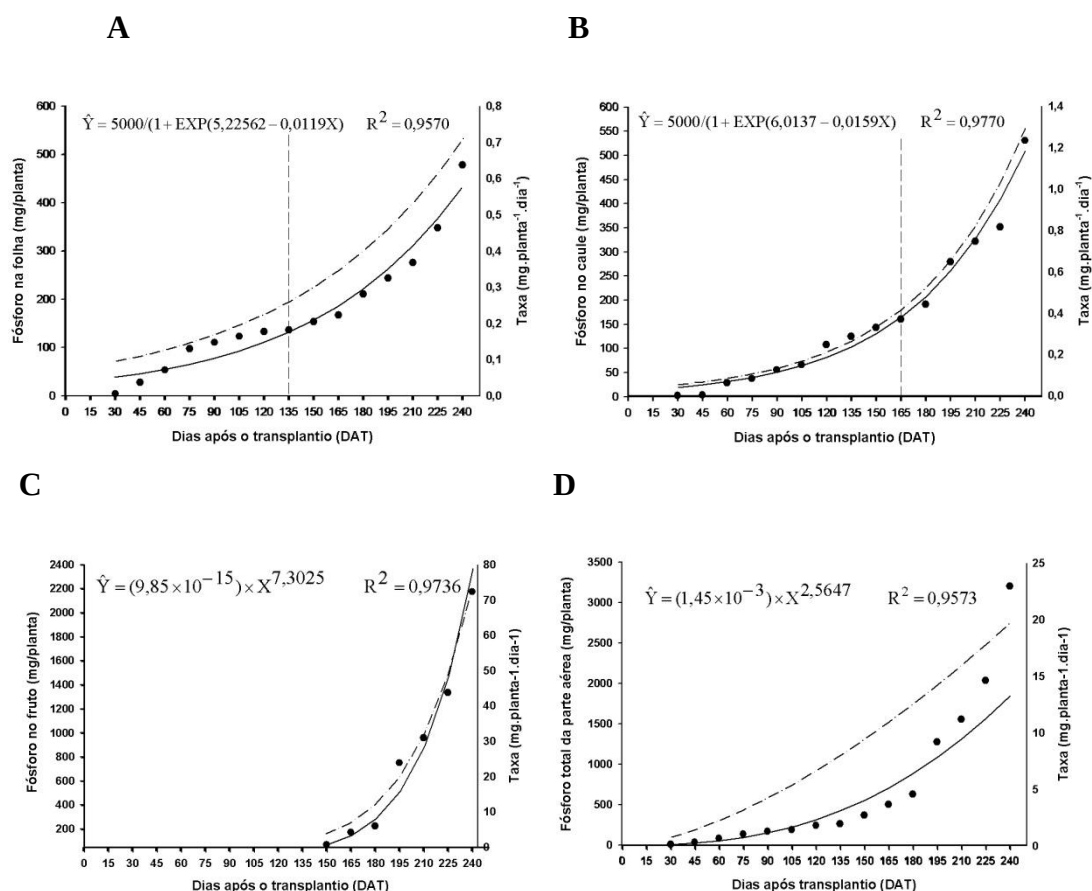


Figura 6. Acúmulo de fósforo nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de fósforo total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.2.3. Potássio

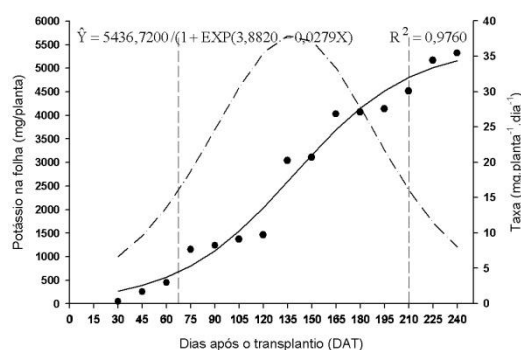
O potássio foi o nutriente mais absorvido pelas plantas de lulo durante todo o ciclo da cultura.

As curvas de acúmulo em folhas e caule ajustaram-se ao modelo logístico, enquanto o acúmulo em frutos e em toda parte aérea da planta, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 7). O acúmulo de potássio nas folhas foi menor até aos 67 DAT, quando atingiu 582,98 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado alcançando valor estimado igual a 4.785,05 mg/planta aos 210 DAT. A maior taxa de acúmulo de 37,92 mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, verificou-se aos 135 dias. Em seguida, o acréscimo foi menor até ao final de avaliação com o máximo estimado de 5.134,65 mg/planta. O acúmulo de potássio no caule foi similar ao das folhas, ou

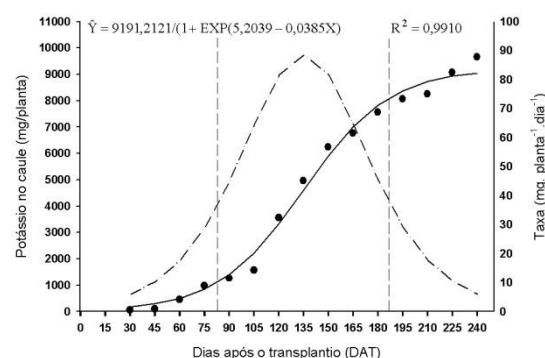
seja, menor até aos 87 DAT, quando atingiu 1.090,72 mg/planta, e acentuado a partir desta data, até aos 187 DAT, com acúmulo estimado de 8.098,56 mg/planta. A partir de então, o acréscimo no acúmulo deste nutriente foi menor até ao final de avaliação, quando atingiu 9.033,15 mg/planta. A maior taxa de acúmulo de K no caule, ocorreu aos 135 dias, quando atingiu o valor 88,56 mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Resultados obtidos estão em concordância com os de Fernandes et al. (1975), que trabalharam com tomate para fins industriais, onde o K foi o nutriente de maior acúmulo na planta, por Fayad et al. (2001), com tomate cultivado em campo e ambiente protegido e cultura, por Malavolta et al. (1974), em trabalho com berinjela.

O acúmulo de potássio em frutos, determinado a partir dos 150 DAT, foi lento no início até aos 180 DAT, intensificando-se depois até ao final, quando atingiu o maior valor estimado igual a 11.214,14 mg/planta. A taxa diária de acúmulo de potássio foi crescente até ao final da avaliação. As folhas, caule e frutos acumularam 20%, 36% e 44% respectivamente do total. Embora o potássio não faça parte de um composto orgânico da planta, este desempenha diversas funções importantes, como a fotossíntese, síntese de proteínas e ativação enzimática, além de transporte de carboidratos (TAIZ & ZEIGER, 1991). Contudo, a função de transporte de carboidratos explicaria melhor o acúmulo nos frutos, como foram observados por, Grangeiro & Cecílio Filho (2005), Macedo De Lucena (2011), em plantas de tomateiro.

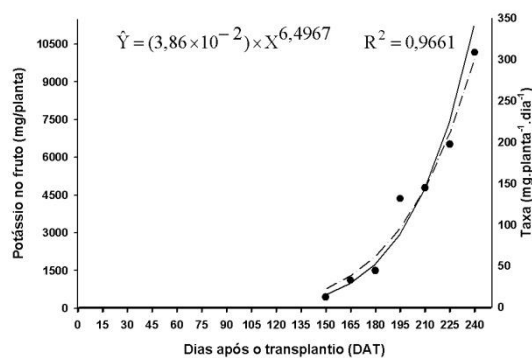
A



B



C



D

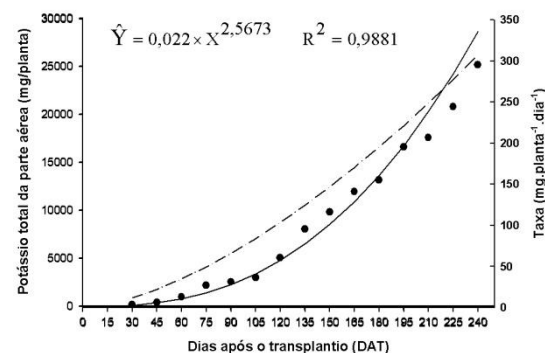


Figura 7. Acúmulo de potássio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de potássio total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.2.4. Cálcio

As curvas de acúmulo cálcio em folhas e caule ajustaram-se ao modelo logístico, enquanto que, nos frutos e em toda parte aérea da planta, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 8).

Nas folhas, o cálcio acumulado mostrou-se menor até os 56 DAT, quando atingiu o valor de 256,26 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado até aos 232 DAT, quando acumularam 1.912,29 mg/planta, para em seguida, haver acúmulo lento, que continua até o final do período de avaliação, alcançando o patamar de 1.950,97 mg/planta. A maior taxa de acúmulo na folha foi verificada no período de 56 a 232 DAT, de 12,24 mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> aos 150 DAT, coincidindo com o período de frutificação, pois durante este período alterou-se a força de drenos da planta, proporcionada pela fase reprodutiva, aumentando a translocação de fotoassimilados das folhas para os frutos. No caule, o acúmulo inicial de cálcio foi

menor até 97 DAT, quando atingiu 332,1 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo se intensificou até ao final de avaliação, quando atingiu 2.291,79 mg/planta.

Nos frutos, o acúmulo de cálcio foi lento no início, a partir dos 150 DAT, intensificando depois até ao final da avaliação, quando atingiu o máximo de 6.608,8 mg/planta. A taxa diária de acúmulo de cálcio no fruto foi crescente até ao final da avaliação. As folhas, caule e frutos acumularam 18%, 21% e 61% respectivamente deste nutriente. Assim como observado por Villas Boas (2001), este elemento se acumula mais nos frutos que nas folhas e caule. Segundo Martinez & Clemente (2011), apesar da distribuição do cálcio ocorrer via xilema, por meio da corrente transpiratória, o que permite maior acúmulo na parte vegetativa em relação aos frutos, ele também tem participação nos diversos processos metabólicos, modulador de atividade de hormônios, crescimento e senescência e desenvolvimento dos frutos.

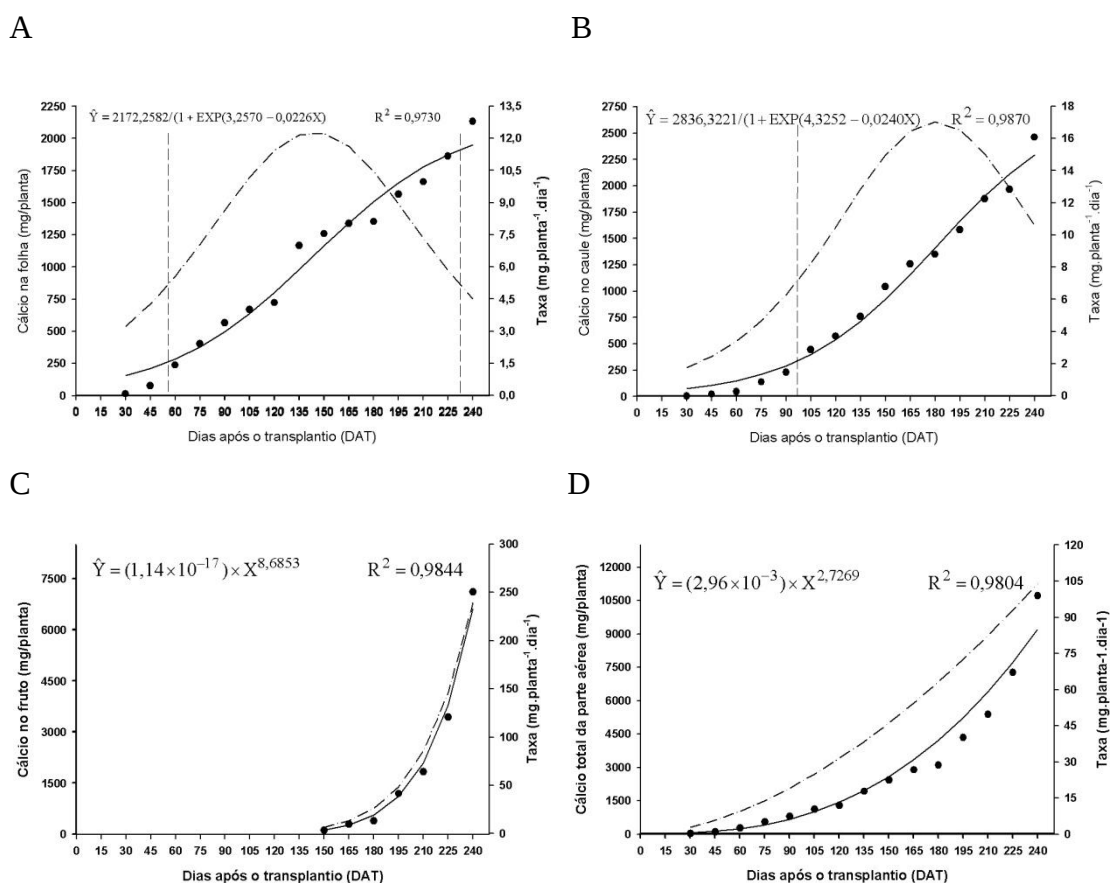


Figura 8. Acúmulo de cálcio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cálcio total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.2.5. Magnésio

O magnésio, foi o quarto nutriente mais acumulado na planta. As curvas de acúmulo pela folha e caule ajustaram-se ao modelo logístico, enquanto que acúmulo de nutrientes pelos frutos e em toda parte aérea da planta, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 9).

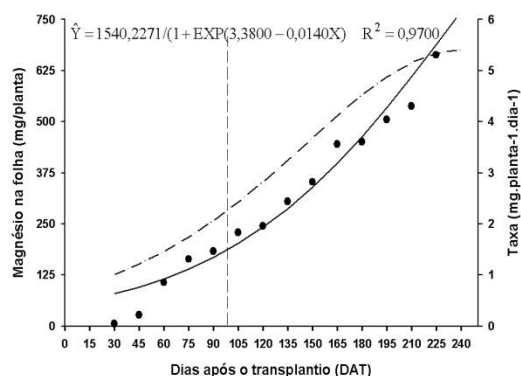
O acúmulo de magnésio nas folhas foi lento até aos 98 DAT, quando atingiu 383 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado alcançando, na última avaliação, o valor maior estimado de 766,12 mg/planta. O acúmulo de magnésio no caule foi menor até aos 104 DAT, quando atingiu 287,23 mg/planta. A partir de então, o acúmulo foi intensificado alcançando ao final da avaliação valor estimado de 1.830,97 mg/planta. A maior taxa de acúmulo, no caule foi alcançada aos 195 DAT, de  $13,89 \text{ mg planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

No fruto, o acúmulo magnésio ocorreu a partir dos 150 DAT. Observou-se um acúmulo lento na fase inicial até 185 dias, sendo que a partir desta data até o final das avaliações, aos 240 DAT, verificou-se um acréscimo até atingir 711,73 mg/planta. A taxa diária de acúmulo foi crescente até ao final da avaliação.

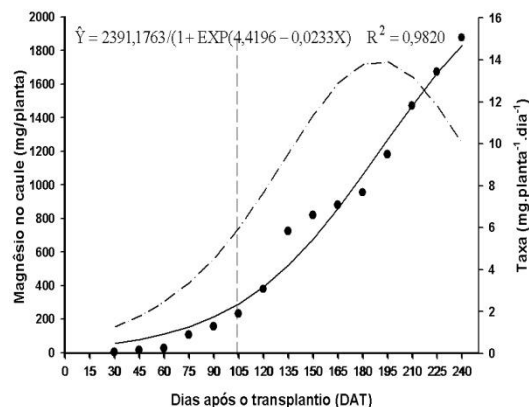
O acúmulo de magnésio no caule (55%) superou o acúmulo nas folhas (23%) e frutos (22%), respectivamente. Este maior acúmulo de nutrientes na parte vegetativa deve-se ao fato do magnésio fazer parte da molécula da clorofila. Segundo Marschner (1995), dependendo do status deste elemento na planta, entre 6 a 25% do total do magnésio na planta está ligada a molécula de clorofila, desempenhando papel fundamental como átomo central, imprescindível para a fotossíntese.

Resultados obtidos estão em concordância com os resultados Fayad et al. (2002), que trabalharam com plantas do tomateiro por, Fontes (2005), com plantas do pimentão por Vilas Boas (2001), indicando maior translocação do magnésio no caule e folhas.

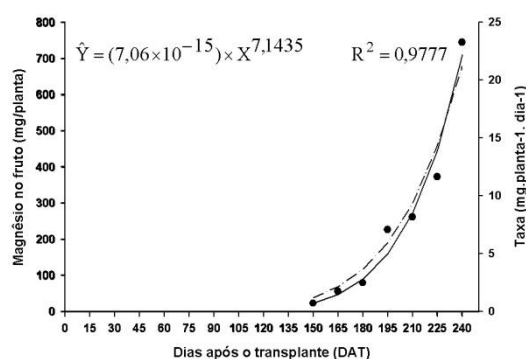
A



B



C



D

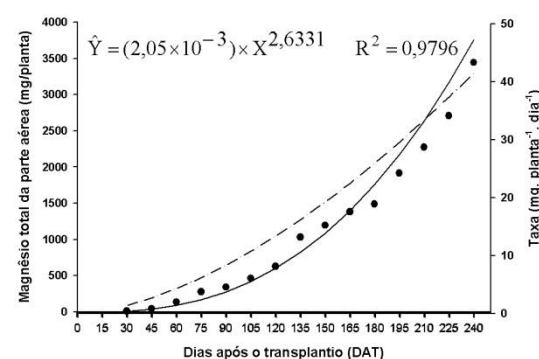


Figura 9. Acúmulo de magnésio nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de magnésio total (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.2.6. Enxofre

As curvas de acúmulo pela folha e caule ajustaram-se ao modelo logístico; as curvas de acúmulo pelo fruto e em toda parte aérea da planta, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 10).

O acúmulo de enxofre nas folhas foi lento até aos 149 DAT, quando atingiu 206,8 mg/planta. A partir desta data, intensificou-se o acúmulo desse nutriente até ao final da avaliação, quando atingiu o valor de 549,93 mg/planta.

No caule, o acúmulo de enxofre foi lento até 99 DAT, quando atingiu 79,11 mg/planta. Em seguida, o acúmulo se intensificou alcançando 576,75 mg/planta, aos 221 DAT. A partir de então, houve acréscimo menor até 240 DAT quando atingiu o valor maior de 612,83 mg/planta. A maior taxa de acúmulo de 5,33 mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, ocorreu aos 165 DAT.

O acúmulo de enxofre nos frutos, determinado a partir dos 150 DAT, foi lento no início, até aos 180 dias, a partir daí, o acúmulo foi intensificado, atingindo o máximo estimado aos 240 DAT, igual a 757,64 mg/planta. A taxa diária de acúmulo foi crescente desde o início da frutificação até ao final da avaliação.

As folhas, caule e frutos acumularam 29%, 32% e 39% do enxofre total, respectivamente. Segundo Fernandes & Haag (1981), a deficiência deste nutriente influencia no número de frutos e massa seca total dos frutos, sendo portanto importante na fase reprodutiva. O enxofre foi o macronutriente acumulado em menor quantidade na cultura do lulo. Silva (1998), cultivando pimenta verificou que o acúmulo deste nutriente em fruto foi relativamente menor, quando comparado com a parte vegetativa (folha e caule). Segundo Malavolta et al. (1989), as condições de solos, clima e cultivares poderão influenciar os teores de nutrientes nos órgãos das plantas, aumentando-os ou diminuindo-os.

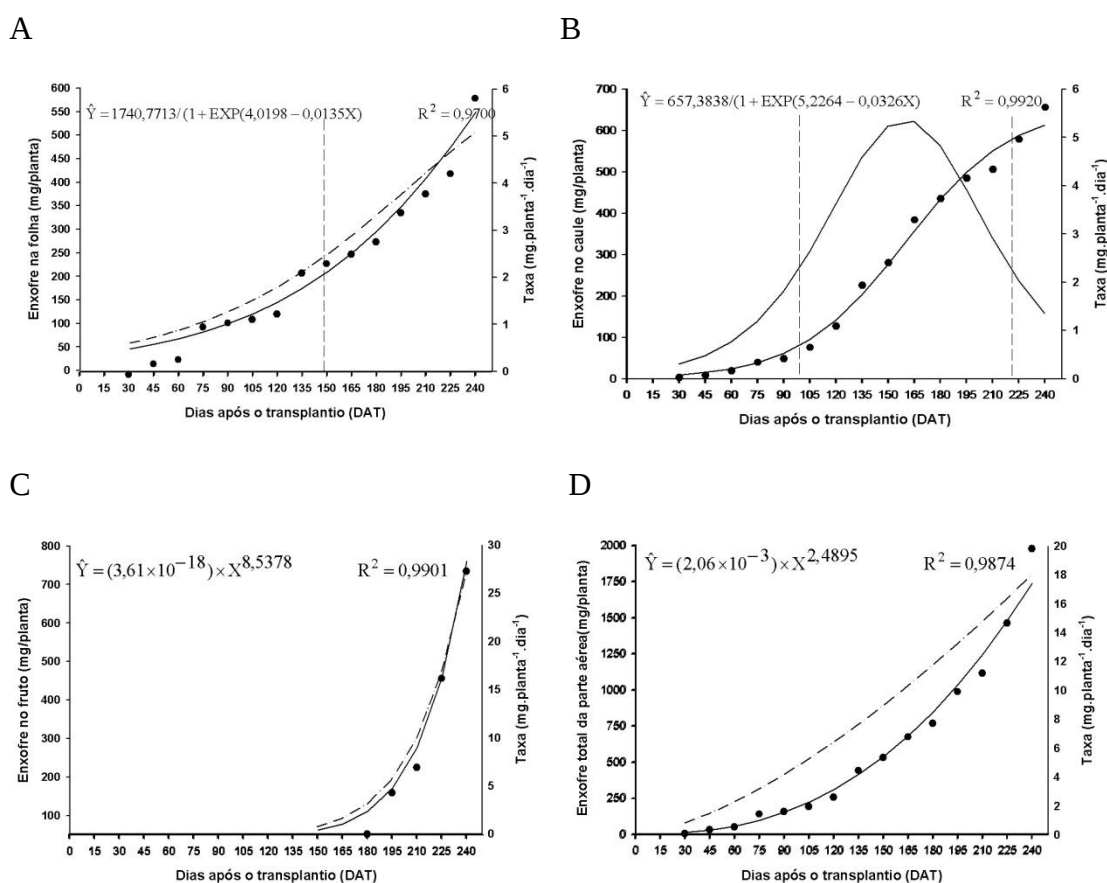


Figura 10. Acúmulo de enxofre nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de enxofre total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

### 4.3. Acúmulo de micronutrientes

#### 4.3.1. Ferro

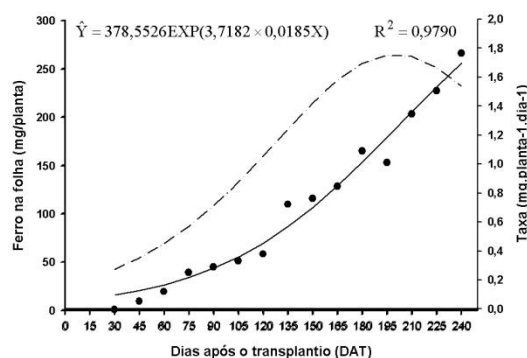
As curvas de acúmulo de ferro, pelos diferentes órgãos ajustaram-se ao modelo logístico e em toda parte aérea da planta, no entanto, ajustaram-se o modelo potencial (Figura 11).

O acúmulo de ferro nas folhas foi menor no início, até aos 93 DAT, quando atingiu o valor de 46,47 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo deste nutriente foi intensificado até ao final da avaliação.

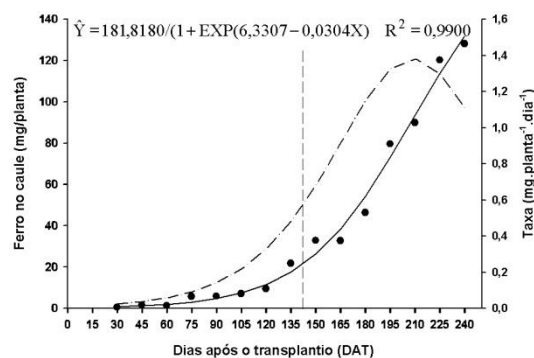
No caule o acúmulo foi também menor no início até aos 142 DAT, quando acumulou 21,40 mg/planta. A partir de então houve um acúmulo intensificado até o final da avaliação. No fruto o acúmulo de ferro determinado a partir dos 150 DAT, foi lento no início até aos 166 DAT, quando alcançou 4,5 mg/planta. A partir desta data o acúmulo foi intensificado até ao final da avaliação. Os órgãos que mais acumularam este nutriente foram folhas (254,75 mg/planta), o caule (131,67 mg/planta) e fruto (21,46 mg/planta) aos 240 DAT. Segundo Marschner (1995), em folhas de crescimento rápido, ou sob condições controladas, aproximadamente 80% do ferro está localizado nos cloroplastos.

Dentre os micronutrientes o ferro é, sem dúvida, o mais absorvido por plantas de lulo. Resultado obtido está em concordância, com os encontrados por Rodrigues et al. (2002) e Stripari (1999), em plantas de tomateiro e Villas Boas (2001), em plantas de pimentão.

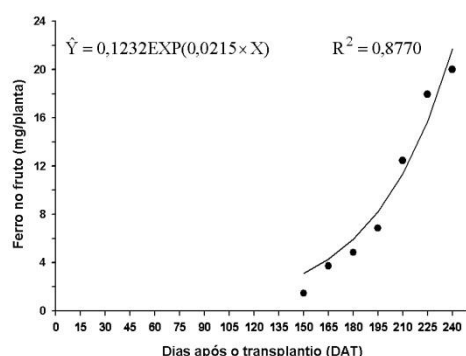
A



B



C



D

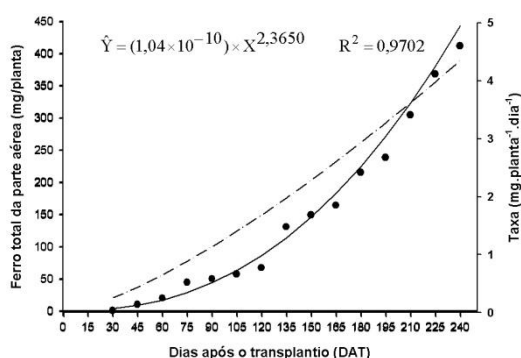


Figura 11. Acúmulo de ferro nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cobre total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.3.2. Cobre

As curvas de acúmulo de cobre nas folhas e frutos ajustaram-se ao modelo logístico, enquanto que em caule e em toda parte aérea da planta, no entanto, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 12).

O cobre foi o micronutriente acumulado em menor quantidade ao longo de todo ciclo da cultura. Tal fato, provavelmente influenciou na formação de flores e frutos, uma vez que se verificou abortamento significativo de flores e queda de frutos, durante a fase experimental.

O acúmulo de cobre nas folhas foi menor no início da amostragem até aos 71 DAT, quando atingiu 0,22 mg/planta. A partir desta data, o acúmulo foi intensificado até aos 179 DAT, atingindo valor de 1,67 mg/planta. Em seguida, o acúmulo foi em valores menores até ao final de avaliação.

O acúmulo de cobre no caule foi menor no início das amostragens, prosseguindo dessa forma até aos 90 DAT, quando atingiu 0,09 mg/planta. A partir desta data, houve acúmulo crescente deste nutriente até ao final do experimento.

O acúmulo nos frutos avaliado a partir dos 150 DAT foi lento no início até alcançar 0,49 mg/planta aos 178 DAT, sendo que a partir desta data, houve intensificação do acúmulo do nutriente até ao final do experimento.

Os órgãos que mais acumularam o cobre foram frutos (3,16 mg/planta), folhas (1,86 mg/planta) e caule (1,75 mg/planta) aos 240 DAT. Ordem idêntico de acúmulo foi encontrado por Oliveira et al. (1970), trabalhando com pimentão.

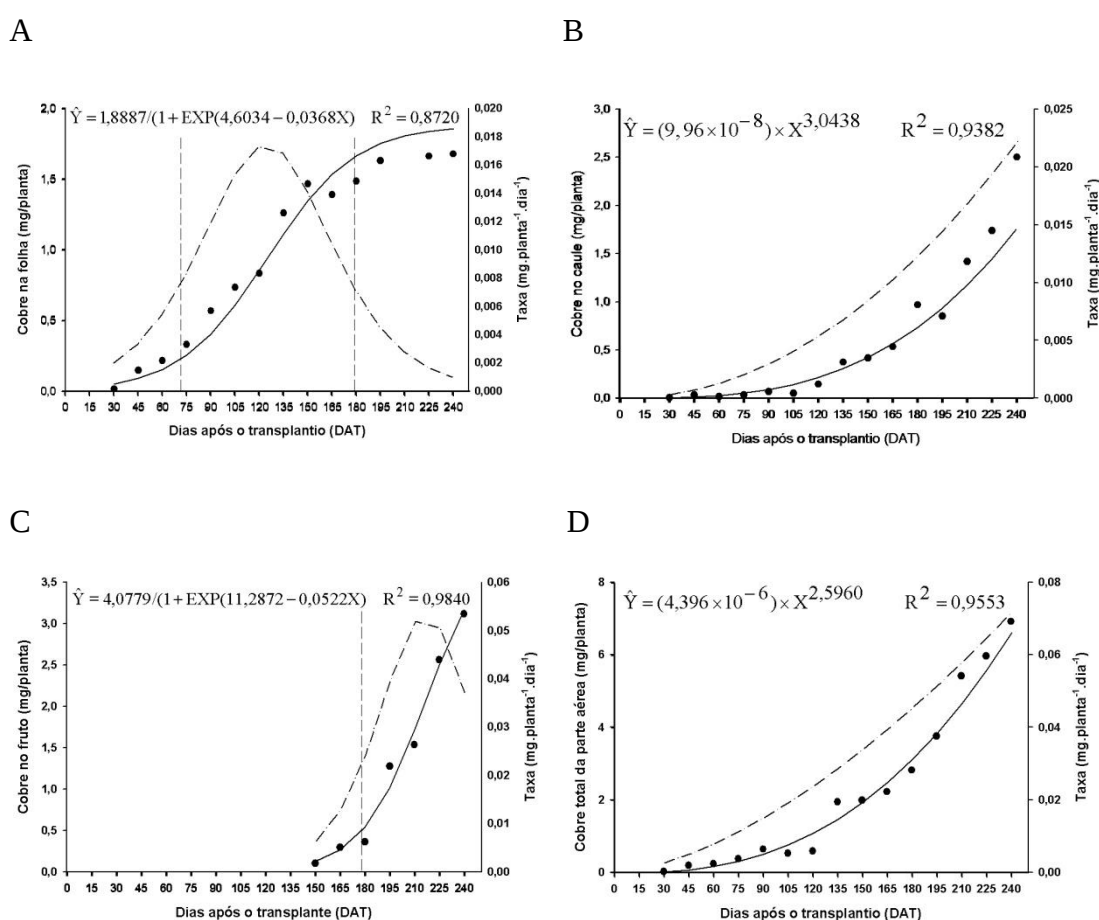


Figura 12. Acúmulo de cobre nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de cobre total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.3.3. Zinco

As curvas de acúmulo do zinco pelas folhas e frutos ajustaram-se ao modelo logístico, enquanto o acúmulo pelo caule e em toda parte aérea da planta, ajustaram-se ao modelo potencial (Figura 13).

O zinco foi o terceiro micronutriente mais acumulado pela cultura do lulo. O acúmulo de zinco pelas folhas foi menor no início da amostragem até aos 55 DAT, quando atingiu 0,39 mg/planta, sendo que a partir desta data o acúmulo foi intensificado deste nutriente até aos 166 DAT. Em seguida, o acúmulo ocorreu em proporções menores até o final da avaliação. A maior taxa de acúmulo diário ocorreu aos 105 dias e foi de 0,029 mg planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

No caule, o zinco apresentou acúmulo lento no início alcançando 0,70 mg/planta aos 75 dias; a partir desta data houve um acúmulo intenso deste nutriente até ao final do experimento.

O acúmulo de zinco nos frutos iniciou aos 150 DAT, com acúmulo menor até aos 177 DAT, quando atingiu 0,82 mg/planta a partir desta data, o acúmulo se intensificou até ao final da avaliação.

Os órgãos que maior acumularam este nutriente, foram caule (22,26 mg/planta), fruto (5,75 mg/planta) e folha (3,24 mg/planta) aos 240 DAT. Os resultados encontrados nesse trabalho corroboram os observados na cultura do pimentão, por Rodrigues (2001) esse nutriente se acumula mais na parte vegetativa do que nos frutos.

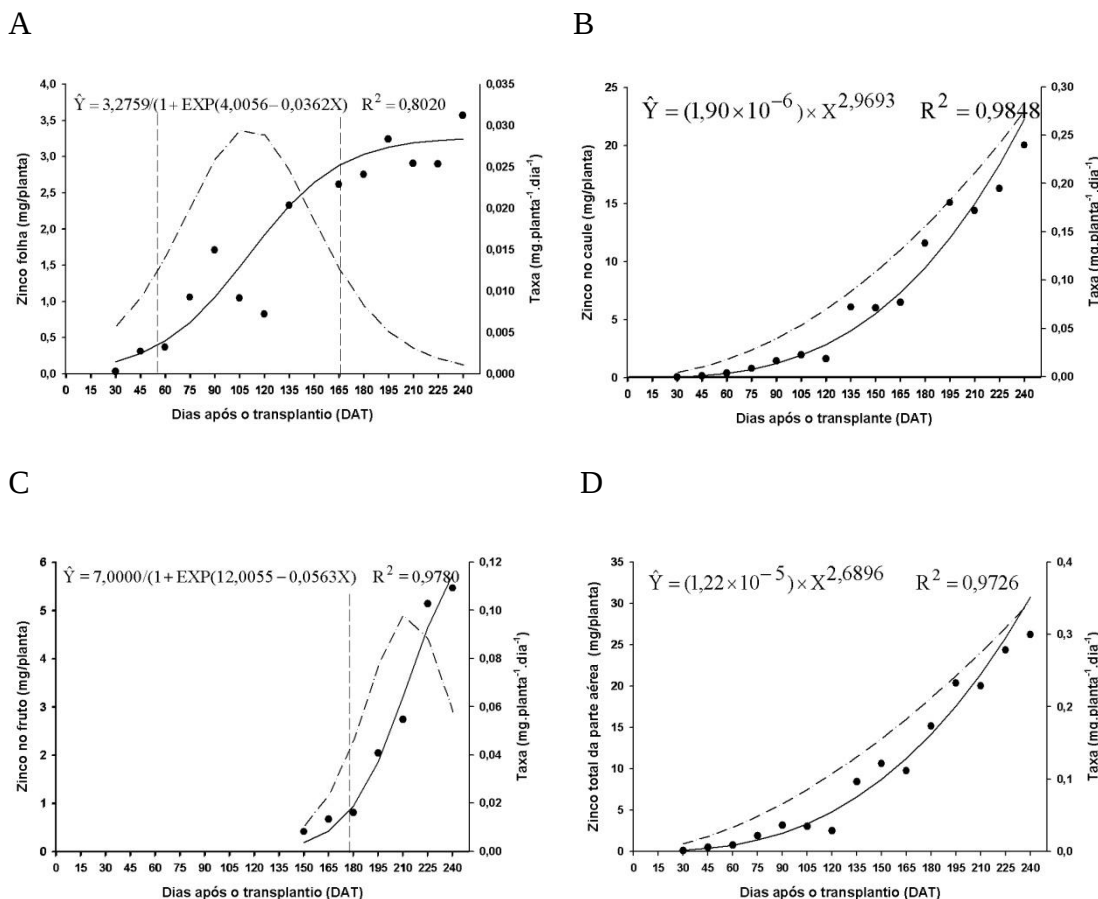


Figura 13. Acúmulo de zinco nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de zinco total da parte aérea (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

#### 4.3.4. Manganês

As curvas de acúmulo pelos diferentes órgãos (folhas, caule e parte aérea total) ajustaram-se ao modelo potencial, enquanto que nos frutos ajustaram-se ao modelo logístico (Figura 14).

O manganês foi o segundo micronutriente mais acumulado ao longo do ciclo da cultura. O acúmulo deste nutriente foi crescente ao longo do ciclo. O acúmulo deste nutriente tanto nas folhas, como no caule foi lento no início e intensificando-se ao longo do ciclo de cultura.

Nos frutos, o acúmulo determinado a partir dos 150 DAT, até aos 195 dias, foi lento, quando atingiu 3,40 mg/planta. A partir desta data intensificou-se o acúmulo deste nutriente até ao final do experimento. O caule foi o órgão que mais acumulou manganês (64,28 mg/planta), seguido por folha (17,14 mg/planta) e fruto (3,42 mg/planta), aos 240 DAT. Os resultados obtidos, quanto ao maior acúmulo des

no caule e folha estão em concordância com os resultados encontrados trabalho realizado por Oliveira et al. (2011), que trabalharam com híbrido do tomate dominador e serato, Villas Boas (2001), com plantas de pimentão e Fernandes et al. (1975), em plantas do tomateiro.

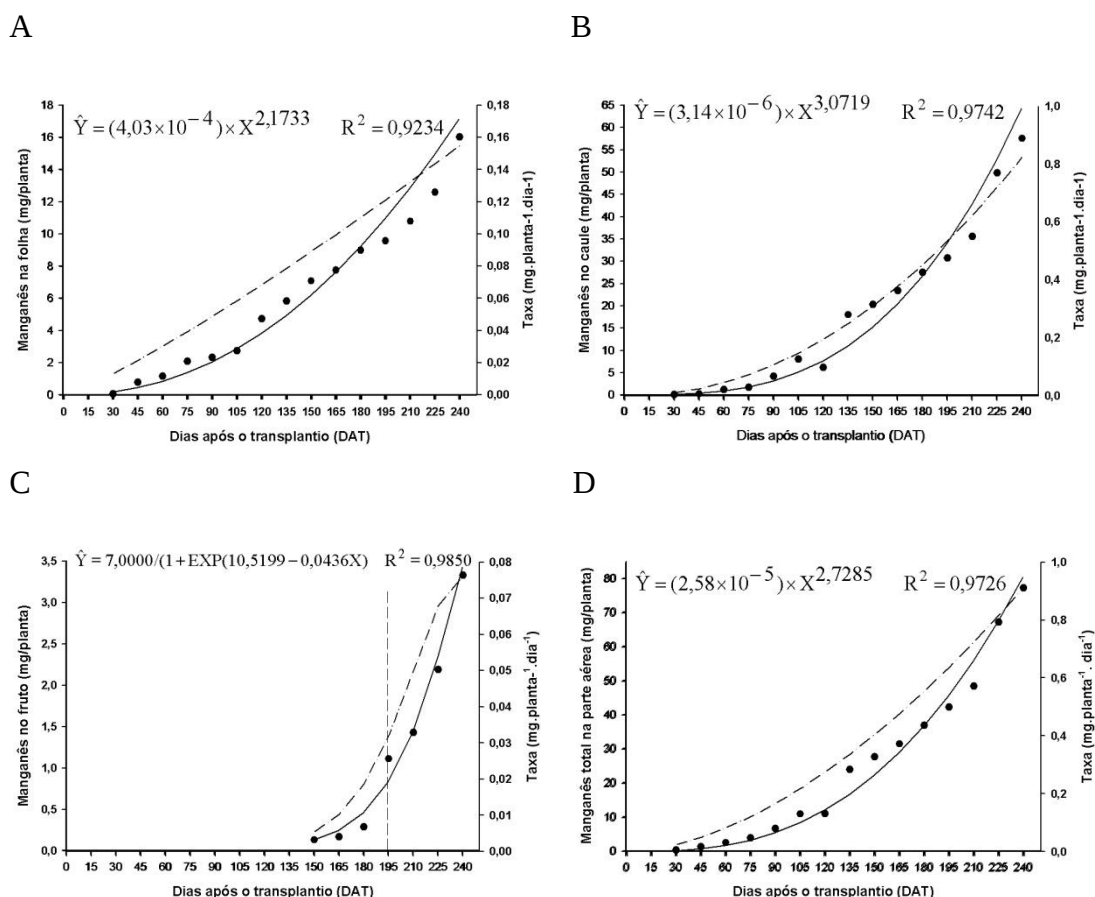


Figura 13. Acúmulo de manganês nas folhas (A), caule (B), frutos (C), e de manganês total (D) em plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), representado pela linha contínua e taxa de acúmulo representado por ponto e tracejado. Viçosa – Minas Gerais.

As quantidades de nutrientes acumulados na planta de lulo (*solanum quitoense* Lam), cultivado em campo, aos 240 dias após transplântio estão representados na Tabela 3, sendo que K foi o mais acumulado, seguido de N e Ca, como verificados por Fayad et al. (2002), Fernandes et al. (1975), Gargantini & Blanco (1963).

As percentagens de absorção de N e K, elementos mais acumulados pela planta de lulo (*solanum quitoense*), são maiores no período entre 165 a 240 dias após o transplântio (Tabela 4). Observa-se que as absorções dos nutrientes acompanharam o crescimento da planta. Com o início da frutificação, aumenta-se o acúmulo.

Segundo Marschner (1995) e Taiz & Zeiger (1991), este é um estágio de desenvolvimento de alta demanda metabólica, que está associada à atividade e crescimento das células. As necessidades de N e K, em função da idade da planta, foram obtidas a partir da equação da taxa diária de acúmulo (da derivada primeira), sendo ferramenta de fundamental importância na definição das quantidades e épocas de aplicação dos nutrientes de cobertura (Tabela 4).

Tabela 3. Quantidade de nutriente acumulado na planta de lulo (*solanum quitoense* Lam), cultivado em campo, aos 240 dias após transplantio. Viçosa - Minas Gerais.

| Nutriente | Acúmulo máximo na planta <sup>1</sup> | Taxa máxima de absorção <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| N         | 23.182,20                             | 249,29                               |
| P         | 1.846,99                              | 19,73                                |
| K         | 28.684,68                             | 303,88                               |
| Ca        | 9.148,70                              | 103,94                               |
| Mg        | 3.762,92                              | 41,25                                |
| S         | 1.737,66                              | 18,02                                |
| Fe        | 442,67                                | 4,36                                 |
| Cu        | 6,63                                  | 0,07                                 |
| Zn        | 30,76                                 | 0,43                                 |
| Mn        | 80,56                                 | 0,92                                 |

<sup>1</sup>mg planta<sup>-1</sup>

<sup>2</sup>mg planta<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>

Tabela 4: Quantidade relativa de N e K acumuladas nas plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam), em função de idade, cultivadas em campo. Viçosa – Minas Gerais.

| Idade da planta (DAT) | Nutriente (%) |       |
|-----------------------|---------------|-------|
|                       | N             | K     |
| 30                    | 0,56          | 0,57  |
| 45                    | 1,06          | 1,08  |
| 60                    | 1,67          | 1,69  |
| 75                    | 2,37          | 2,40  |
| 90                    | 3,17          | 3,19  |
| 105                   | 4,04          | 4,06  |
| 120                   | 4,99          | 5,01  |
| 135                   | 6,01          | 6,03  |
| 150                   | 7,10          | 7,11  |
| 165                   | 8,26          | 8,26  |
| 180                   | 9,47          | 9,47  |
| 195                   | 10,75         | 10,73 |
| 210                   | 12,09         | 12,06 |
| 225                   | 13,48         | 13,44 |
| 240                   | 14,93         | 14,87 |

Considerando-se uma população de plantas igual a 1.667 plantas.ha<sup>-1</sup>, as quantidades de N, P, K, Ca, S e Mg presentes nos frutos aos 240 dias após o transplantio foram 13,153; 3,954; 18,692; 11,016; 1,186; 1,263 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5) e ainda 33,992; 9,648; 5,767; 5,275g.ha<sup>-1</sup> de Fe, Zn, Mn e Cu respectivamente (Tabela 6) . O conhecimento das quantidades de nutrientes presentes em cada época é importante e deve ser considerado no manejo de adubação para a reposição de nutrientes. Os frutos representam grande fonte de nutrientes pelo lulo, mostrando assim serem principal drenos de assimilados.

Tabela 5. Quantidade de macronutrientes presentes nos frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam), cultivado em campo, até aos 240 dias após o transplantio. Viçosa - Minas Gerais.

| Dias de amostragem | Nutrientes (Kg.ha <sup>-1</sup> ) |       |        |        |       |       |
|--------------------|-----------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|
|                    | N                                 | P     | K      | Ca     | Mg    | S     |
| 150                | 0,312                             | 0,128 | 0,882  | 0,186  | 0,041 | 0,023 |
| 165                | 0,972                             | 0,256 | 1,639  | 0,425  | 0,082 | 0,052 |
| 180                | 1,549                             | 0,484 | 2,884  | 0,905  | 0,152 | 0,108 |
| 195                | 5,690                             | 0,869 | 4,851  | 1,815  | 0,269 | 0,215 |
| 210                | 9,072                             | 1,491 | 7,851  | 3,454  | 0,457 | 0,404 |
| 225                | 10,800                            | 2,468 | 12,290 | 6,289  | 0,748 | 0,728 |
| 240                | 13,153                            | 3,954 | 18,692 | 11,016 | 1,186 | 1,263 |

Tabela 6. Quantidade de micronutrientes presentes nos frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam), cultivado em campo até aos 240 dias após o transplantio. Viçosa - Minas Gerais.

| Dias de amostragem | Nutrientes (g.ha <sup>-1</sup> ) |       |       |       |
|--------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|
|                    | Fe                               | Zn    | Mn    | Cu    |
| 150                | 1,526                            | 0,349 | 0,244 | 0,208 |
| 165                | 3,487                            | 0,766 | 0,442 | 0,439 |
| 180                | 7,455                            | 1,610 | 0,791 | 0,892 |
| 195                | 14,098                           | 3,125 | 1,390 | 1,689 |
| 210                | 22,346                           | 5,333 | 2,360 | 2,854 |
| 225                | 29,491                           | 7,736 | 3,826 | 4,167 |
| 240                | 33,992                           | 9,648 | 5,767 | 5,275 |

## 5. CONCLUSÕES

- A absorção de nutrientes seguiu o mesmo padrão de crescimento de plantas. Aos 240 dias após o transplante (DAT), 45% da massa seca alocou-se nos frutos, 35% no caule e 20% nas folhas.
- O K e o Fe foram os macro e micronutrientes mais acumulados pela planta, com 28.684,68 mg/planta e 442,67 mg/planta, respectivamente aos 240 DAT.
- A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes na parte aérea foi a seguinte: K, N, Ca, Mg, P, S, Fe, Mn, Zn e Cu.
- As maiores taxas de absorção diária dos nutrientes foram observadas no período de frutificação
- As taxas de absorção de K e N, nutrientes mais acumulados pela planta e usualmente aplicados parceladamente em cobertura, foram maiores na fase de frutificação.
- O potássio e ferro foram os nutrientes mais extraídos pelos frutos de lulo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R. Lulo: el cultivo. Generalidades del cultivo y Propagación. Universidad Jorge Tadeo Lozano, **Conciencias y Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales**. Bogotá, p. 99. 2006.

BATAGLIA, A. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico. Boletim Técnico, n.78, p.48. 1983

BLANCHARD R. W, REHM G & CALDWELL A. C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Proceedings-Soil Science Society of America**, n. 29, p.71-72. 1965

BRAGA J. M, DEFELIPO E.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, n. 21, p.73-85. 1974.

BREMNER J. M TOTAL NITROGEN. In: Black, CA (ed.) Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**. p. 1149-1178. 1965

BOLIVAR, V. M. I; TRUJILLO, P. M. M; MEDELLIN, C. L. A. Efecto de la deficiências de algunos nutrientes en plantas de lulo (*Solanum quitoense* variedade *quitoense*) en etapas de viveiro. Universidade Militar de Nueva Granada, v.5, n.1, p.64-81, 2009.

BORÉM, A; NETO, F. R. **Melhoramento de plantas para condições de estresses bióticos**, p. 240. Editora suprema gráfica e editora. 2010

CABEZAS, L; SÁNCHEZ, J Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). **Agronomía Colombiana**, n. 26, p.197-204. Bogotá. 2008.

COELHO, A. M. Fertirrigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P.A. (Ed.). **Quimigação**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, EMBRAPA, p.201-228. 1994.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B.S.; TAMEZ, R. S. **Fisiologia Vegetal**. Madrid, p.662. 1995.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura In: GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**, p. 267-273. 2007.

DE OLIVEIRA, A. H; PURQUERIO, L. F. V; FACTOR, T. L. **Absorção de micronutrientes pelos híbridos de tomate dominador e serato**. 5º Congresso Interinstitucional de iniciação científica 9 a 11 de agosto de 2011 n. 11105. 2011

FAYAD J. A; FONTES PCR; CARDOSO AA; FINGER LF; FERREIRA FA. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** v. 19: p.365-370. 2001.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1 p. 90-94. 2002.

FAYAD J. A. Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa. 1998. 81f. **Dissertação (Mestrado em fitotecnia)**- Viçosa. 1998.

FERNANDES, P. D. Estudo da nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) variedades Avelar e Ikeda. Absorção e deficiências de macronutrientes. Piracicaba, 1971, 85f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1971.

FERNANDES, P. D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P. Nutrição de hortaliças: XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro

(*Lycopersicum esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. **Anais da ESALQ**, v.32, p.595-607, 1975.

FERNANDES, P. D.; HAAG, H. P. Diferenças nutricionais entre as variedades de pimentão (*Capsicum annuum* L.), Avelar e Ikeda. In: HAAG, H.P., MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, p.533-554. 1981.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de massa seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 202-205. 2005.

FURLANI A. M C; FURLANI P. R; BATAGLIA O. .C; HIROCE R; GALLO J. R; BERNARDI J. B; FORNASIER J. B; CAMPOS H. R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v.37. p.33-44. 1978.

GANCEL, A. L; ALTER, P; DHUIQUE-MAYER, C; RUALES, J; VAILLANT, F. Identifying Carotenoids and Phenolic Compounds in Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. Var. Puyo Hybrid), an Andean Fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56. p.11890-11899. 2008.

GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22. n.1, p. 93-97. 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.23, n.3. p.763-763.2005

GUIMARÃES, T. G. Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro no campom e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio. 1998. 184f. **Tese (doutorando em fitotecnia)**. Viçosa-1998

HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D. de; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H. P.; INAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Cargill, p.447-474. 1981.

HEISER, C. B.; ANDERSON, G. "New" Solanums. In: Janick J (ed). **Perspectives on New Crops and New Uses**. ASHS Press, Alexandria V, p.379-384. 1999.

HENDRIX R.; L. R.; KIRCHOFF, B. Invitro organogenesis and plant regeneration from leaves of *Solanum candidum*, *S. quitoense* (naranjilla) and *S. sessiliflorum*. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.11, p.67-73. 1987.

HUNT, R. **Plant growth curves**: the functional approach to plant growth analysis. London: E. Arnold, p.248. 1982.

HUNT, R. **Basic growth analysis**: plant growth analysis for beginners. London: Unwin Hyman, p.112. 1990.

KVET, J.; ONDOCK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z. J. C.; JARVIS, P. G. (Ed.). **Plant photosynthetic production: Manual of Methods**. Haia, Netherlands: W. JUNCK, p. 343-391. 1971

LIMA, A. A. Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (*cucumis melo* L.). **Dissertação de mestrado em solos e nutrição de plantas**. Universidade Federal de Ceara, 60f, 2001. Fortaleza 2001.

LOBO, M. **Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa productiva**. En: Memorias 3º Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales. Manizales, Nov 15 a 17 de 2000, p. 27-36. 2000.

LOBO, M.; MEDINA, C. I. Lulo (*Solanum quitoense* Lam). En: **Caracterização de frutas Nativas da América Latina**. Frutas Nativas Série. Edição comemorativa do 30 ° aniversário da Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2000.

LOBO, M. **Posibilidades y Perspectivas del desarrollo de Programas de Mejoramiento en Frutales Andinos**. Visão conceitual. p. 463-471. 2004.

MACEDO DE L, R. R. Crescimento, partição de assimilados e acúmulo de macronutrientes pelo tomateiro `sm-16` em diferentes coberturas do solo. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: FERRI, M. G. (Coord.). Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU/USP, p. 331-350. 1979.

MALAVOLTA E; HAAG H. P; MELLO F. A. F; **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, Livr. Pioneira, p.727. 1974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: **Associação Brasileira para a pesquisa da potassa e fosfato**, p.201. 1989.

MALAVOLTA E. A; VITTI G. C; OLIVEIRA A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, p. 201. 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, p. 638. 2006.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BÔAS, R. L. Análise de crescimento e marcha de absorção de um híbrido de pimentão sob condições de cultivo protegido e fertirrigação. **Relatório Final – FAPESP**. p. 1- 40. 2000.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, p.889. 2005.

MARTINEZ, H. E. P; CLEMENTE, J. M. **Uso do Cultivo Hidropônico de Plantas em Pesquisa**. Série Didática. Editora UFV. P.12-28. 2011

MOLLINEDO, V. A. Factores de manejo que afectan la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L). **Avances en Horticultura**, v.2, n.1, p.15-24. 1997

MORTON, J. Naranja In: **Fruits of warm climates**. p. 425–428. 1987

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Naranja (Lulo). In: Lost Crops of the Incas: **Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation**. Book for Business, p. 267-275. 1989

NATALE, W.; PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; SILVA, M.A.C.; PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.3, p.770-773. 2002.

PATÍÑO, V. M. **Historia y dispersão de los Frutales Nativos del Geotrópico**. Cali, Colômbia. Publicación CIAT No. 326. p. 225-230. 2002.

PRADO, R. M.; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, p. 273. 2003

PRATA, E. B. Acumulação de Biomassa e Absorção de Nutrientes por híbridos de meloeiro (*cucumis melo* L.). **Dissertação mestrado em solos e nutrição de plantas**. Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 37f.1999. Fortaleza. 1999

RODRIGUES, D. S; PONTES, A. L2; MINAMI, K.; DOS SANTOS, C. T. D. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.137-144. 2002

RODRIGUES, L. R. F. Cultivo pela técnica de hidroponia: tecnica de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido, Jaboticabal. **Funep**, p.726. 2002.

RADFORD, P. J. **Growth analysis formulae** - their use and abuse. Crop Science, Madison, v.7, n.3, p.171-175. 1967.

SAEG (Sistema para Análise Estatística), versão 9.1: Fundação Artur Bernardes-UFV. Viçosa, 2007.

SANTOS, H. S. Desempenho Agronômico e Marcha de Absorção de Nutrientes em Plantas de Pimentão (*Capsicum Annuum* L.) enxertadas em porta-enxertos Resistentes a Patógenos de Solo. **Tese de Doutorado em Agronomia/Horticultura. BOTUCATU-São-Paulo**. 2005.

SARRUGE, J. R.; H. P. **Analises químicas em plantas**. Piracicaba; Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, p.54. 1974.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**, p. 29. 2005.

SILVA, M. A. G. Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido. Piracicaba, 1998. 86 p. **Tese (Doutorado em solos e nutrição mineral de plantas)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP. 1998

SILVA J, M.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; DUTRA, I. Acúmulo de massa seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.2, p.364-368. 2006.

SILVA, J. B. C; GIORDANO, L. B. Tomate para processamento inustrial. Brasília. **Embrapa Hortaliças**, p.168. 2000.

SILVEIRA, R. L. V. A.; LUCA, E. F.; SILVEIRA, L. V. A., LUZ, H. F. Massa seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucaliptus grandis* em função da idade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.136-149. 2003.

SIVIERO, R.; GALLERANI, M. **La coltivazione de peperone**. Verona: L'Informatore Agrario, p. 217. 1992

STRIPARI, P. C. Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Híbrido House Momotaro em ambiente protegido. Botucatu, 1999. 60p. **Dissertação (Mestrado)**-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".1999

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p. 720. 2004.

VARGAS, B. M. I; CALDERON, M. L. A; PEREZ, T. M. M. Efecto de las deficiencias de algunos nutrientes en plantas de lulo (*Solanum quitoense* var. *quitoense*) en etapa de vivero. Área de Ecología Aplicada. Universidad Militar Nueva Granada, v 5, n.1. p.64-89. 2009.

VIDIGAL, S. M. PACHECO, D. D.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.25. n.3. 2007.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. Botucatu, 2001. 123f. Tese (Livro-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. São-Paulo. 2001.

VILAS BÔAS, R. L. V. Acúmulo de nutrientes em plantas de tomate híbrido Thomas. **Relatório Técnico**. Syngenta/Rogers, p.27. 2002.

TRANI, P. E.; VILLA, W.; MINAMI, K. Nutrição mineral, calagem e adubação da melancia. In: MINAMI, K.; IAMAUTI, M. **Cultura da melancia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, p. 19-47. 1993.

WHALEN, M. COSTICH, D. D. E HEISER, C. B. **Taxonomia de Solanum Seção lasiocarpa**. Gentes herbarum 12: p.41-12. 1981.

WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, Newark, v.4, p.101-45. 1952

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and years. **Annals of Botany**. v. 11, p. 47-76. 1947.

WITT, H. H. Root growth of trees as influenced by physical and chemical soil factors. **Act Horticulture**, n.450, p.205-214. 1997.

ZULUAGA R., M. L. **El Cultivo de Lulo *Solanum quitoense* Lam.** Memorias del. Curso Regional de Actualización en Frutas, p.197-208. 1994