



**LÍVIA LOPES COELHO**

**ÍNDICES BIOMÉTRICOS E ACÚMULO DE  
NUTRIENTES EM COPO-DE-LEITE EM FASE  
DE PRODUÇÃO**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**LÍVIA LOPES COELHO**

**ÍNDICES BIOMÉTRICOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COPO-  
DE-LEITE EM FASE DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

Coorientadora

Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida

**LAVRAS -MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Coelho, Livia Lopes.

Índices biométricos e acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em  
fase de produção / Livia Lopes Coelho. – Lavras : UFLA, 2011.  
85 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

1. *Zantedeschia aethiopica*. 2. Floricultura. 3. Nutrição mineral.  
4. Flores para corte. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.93464

**LÍVIA LOPES COELHO**

**ÍNDICES BIOMÉTRICOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COPO-  
DE-LEITE EM FASE DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2011.

Dr. Paulo Jorge de Pinho

UFLA

Dra. Simone Novaes Reis

EPAMIG

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

Orientadora

Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida

Coorientadora

**LAVRAS -MG**

**2011**

*Ao meu pai (in memoriam), que sempre foi meu maior incentivador*

*Ofereça*

*À minha mãe, exemplo de força e dedicação*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de estudar, por iluminar e guiar meus caminhos e pela presença constante em minha vida.

À minha mãe Ana Maria, pelo amor, incentivo e apoio, pela confiança, ajuda, orientação para a vida e por me ensinar a ser quem eu sou.

À minha avó Maria Noemi, pela simplicidade com que ensina preciosas lições de vida por meio de sua força e alegria, pelo carinho e pelas orações.

Aos meus irmãos Vitor e Rafael, pela convivência, pelo incentivo e pela torcida por meu sucesso.

A todos os meus familiares, pelo incessante apoio e pela confiança.

À minha orientadora, Professora dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, que com amor pela profissão transmite preciosos ensinamentos, incentivando-me sempre a ir além.

À minha coorientadora, pesquisadora Elka Fabiana Aparecida Almeida, pela atenção, amizade e acolhida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o curso.

À FAPEMIG, ao CNPq e à CAPES, pela concessão das bolsas de estudo.

Ao Departamento de Ciência dos Solos, em especial à Professora dra. Janice Guedes de Carvalho, pelo auxílio na condução dos experimentos.

À EPAMIG, pela concessão do espaço e da estrutura para a realização do experimento.

Aos funcionários e bolsistas da EPAMIG, Fazenda Experimental Risoleta Neves, em São João Del Rei, pela ajuda na condução e avaliação dos experimentos, especialmente a Fernanda Helena e Ângela.

Aos colegas da Pós-Graduação e do Núcleo de Estudos em Floricultura e Paisagismo, pela agradável convivência e pelo companheirismo, em especial a Roseane, Aiesca e Daniella, pelo auxílio na avaliação do experimento.

Aos meus queridos amigos, que, de longe ou de perto, sempre se fizeram presentes em minha vida, pelas conversas e pelos inesquecíveis momentos de alegria e descontração, em especial a André, Andresa, Christian, Júlio, Leonardo, Marina, Marina Camila e Mateus.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

**Deus recompense a todos!**

*"Não basta a leitura sem a unção, não basta a especulação sem a devoção, não basta a pesquisa sem maravilhar-se; não basta a circunspeção sem o júbilo, o trabalho sem a piedade, a ciência sem a caridade, a inteligência sem a humildade, o estudo sem a graça."*

*São Boaventura.*

## RESUMO

O copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma das principais plantas ornamentais cultivadas no estado de Minas Gerais, destinada principalmente à composição de arranjos florais. Apesar do fácil cultivo, existem poucas informações a respeito do desenvolvimento dessa espécie, e pouco se sabe sobre suas exigências nutricionais. Visando ao maior aproveitamento do potencial produtivo do copo-de-leite, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento dessa espécie durante a produção, por meio da análise da curva de acúmulo de nutrientes, indicando as épocas em que a cultura é mais exigente em adubação. As plantas foram cultivadas em vasos contendo substrato fibra de coco e receberam adubação em aplicações mensais. Os tratamentos consistiram na realização das coletas em épocas distintas, a cada 30 dias no período de julho a novembro. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 20 parcelas. As avaliações foram realizadas nas diferentes partes da planta, sendo esta dividida em parte aérea, rizoma, raiz e haste floral, em que se observaram o desenvolvimento, florescimento e acúmulo de nutrientes nos diferentes órgãos. O copo-de-leite apresentou desenvolvimento e acúmulo máximo na época que coincidiu com o pico de floração, aos 270 dias de cultivo, correspondentes ao mês de agosto, quando se verificou a ordem de demanda de macronutrientes  $K > N > Ca > P > S > Mg$  e de micronutrientes  $Mn > Zn > Fe > B > Cu$ .

Palavras-chave: *Zantedeschia aethiopica*. Floricultura. Nutrição mineral.



## ABSTRACT

Calla lily (*Zantedeschia aethiopica*) is one of the most important ornamental crops at the state of Minas Gerais, being greatly appreciated for a wide variety of floral arrangements. Despite of its easy cultivation aspects, there isn't enough information about this specie's development, and neither about the nutrient requirement. With the aim of obtaining a greater performance of calla lily production, this study had the objective of evaluate this specie's behavior during production stage, through the analysis of the nutrient uptake curve, which indicates when the crop demands more nutrients. Calla lily plants were cultivated in pots containing coconut fiber substrate and fertilized monthly. The treatments consisted of samplings, performed every 30 days during 5 months. The experimental design was completely randomized design, with four replicates, in a total of 20 plots. The evaluations were performed in different parts of the plants, divided into shoots, roots, rhizome and floral stems, observing the development, flowering and nutrient uptake in these organs. The maximum development and nutrient uptake of calla lilies were observed at the increased floral stage, at 270 days of cropping, corresponding to the month of August (winter), when the sequence of macronutrient demand was K>N>Ca>P>S>Mg, and micronutrient was Mn>Zn>Fe>B>Cu.

Key words: *Zantedeschia aethiopica*. Floriculture. Mineral nutrition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Altura média das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	27
Figura 2	Diâmetro do colo da planta de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	28
Figura 3	Número total médio de folhas em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	29
Figura 4	Comprimento (C.F.) e Largura (L.F.) das folhas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	30
Figura 5	Número de brotos formados em copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	31
Figura 6	Número médio de folhas do maior broto de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	33
Figura 7	Comprimento (C.R.) e diâmetro (D.R.) do rizoma de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	34
Figura 8	Produção de massa seca da parte aérea (PA), da raiz (RA), do rizoma (RI), da haste floral (HF) e total (Total) de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	35
Figura 9	Comprimento (C.E.) e largura (L.E.) da espata em função dos dias após o transplântio .....	39
Figura 10	Comprimento (A) e diâmetro (B) das hastes florais em função dos dias após o transplântio .....	40
Figura 11	Massa fresca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	42
Figura 12	Massa seca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	43

Figura 13	Acúmulo de macronutrientes ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	49
Figura 14	Acúmulo de nitrogênio ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	50
Figura 15	Acúmulo de fósforo ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	52
Figura 16	Acúmulo de potássio ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	54
Figura 17	Acúmulo de cálcio ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	56
Figura 18	Acúmulo de magnésio ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	58
Figura 19	Acúmulo de enxofre ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	59
Figura 20	Acúmulo de micronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	66
Figura 21	Acúmulo de boro ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	67
Figura 22	Acúmulo de manganês ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	69
Figura 23	Acúmulo de cobre ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	70
Figura 24	Acúmulo de zinco ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	72
Figura 25	Acúmulo de ferro ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio .....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Teores dos nutrientes no substrato fibra de coco Golden Mix <sup>®</sup> do tipo granulado com a formulação PM (Plug-Mix) número 11 .....	22
Tabela 2	Época do ano e temperatura média equivalentes ao período dos tratamentos, ocorridos em 2009.....	23
Tabela 3	Porcentagem acumulada de massa seca (MS) na parte aérea, raiz, rizoma e haste floral de copo-de-leite e massa seca total em função das épocas de desenvolvimento.....	36
Tabela 4	Número médio de hastes florais produzidas por planta em intervalos e acumulado em função das diferentes épocas de desenvolvimento.....	38
Tabela 5	Teores de macronutrientes na parte aérea de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	44
Tabela 6	Teores de macronutrientes nos rizomas de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	46
Tabela 7	Teores de macronutrientes nas hastes florais de plantas de copo-de-leite em função do período do desenvolvimento .....	47
Tabela 8	Teores de macronutrientes nas raízes de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	48
Tabela 9	Distribuição do acúmulo de nitrogênio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	51
Tabela 10	Distribuição do acúmulo de fósforo em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	53
Tabela 11	Distribuição do acúmulo de potássio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	55
Tabela 12	Distribuição do acúmulo de cálcio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	57

Tabela 13	Distribuição do acúmulo de magnésio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	59
Tabela 14	Distribuição do acúmulo de enxofre em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	60
Tabela 15	Teores de micronutrientes na parte aérea de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento .....	62
Tabela 16	Teores de micronutrientes no rizoma de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento .....	63
Tabela 17	Teores de micronutrientes nas hastes florais de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento.....	64
Tabela 18	Teores de micronutrientes nas raízes de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento .....	65
Tabela 19	Distribuição do acúmulo de boro em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	68
Tabela 20	Distribuição do acúmulo de manganês em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	69
Tabela 21	Distribuição do acúmulo de cobre em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	71
Tabela 22	Distribuição do acúmulo de zinco em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	73
Tabela 23	Distribuição do acúmulo de ferro em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento .....	75

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1</b>	<b>Produção de flores no Brasil</b> .....	16
<b>2.2</b>	<b>Cultivo de copo-de-leite</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>Nutrição mineral de plantas ornamentais</b> .....	18
<b>2.4</b>	<b>Acúmulo de nutrientes</b> .....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1</b>	<b>Local</b> .....	21
<b>3.2</b>	<b>Implantação e condução do experimento</b> .....	22
<b>3.3</b>	<b>Tratamentos</b> .....	23
<b>3.4</b>	<b>Delineamento estatístico</b> .....	24
<b>3.5</b>	<b>Avaliações</b> .....	24
<b>3.5.1</b>	<b>Avaliação dos índices biométricos</b> .....	24
<b>3.5.2</b>	<b>Análises químicas</b> .....	25
<b>3.6</b>	<b>Análises estatísticas</b> .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>4.1</b>	<b>Índices Biométricos</b> .....	27
<b>4.1.1</b>	<b>Desenvolvimento</b> .....	27
<b>4.1.2</b>	<b>Florescimento</b> .....	37
<b>4.2</b>	<b>Teor e acúmulo de nutrientes</b> .....	43
<b>4.2.1</b>	<b>Teor dos macronutrientes</b> .....	43
<b>4.2.2</b>	<b>Acúmulo dos macronutrientes</b> .....	48
<b>4.2.3</b>	<b>Teor dos micronutrientes</b> .....	61
<b>4.2.4</b>	<b>Acúmulo dos micronutrientes</b> .....	65
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	75

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de floricultura, caracterizado como atividade competitiva, dinâmica e de alta rentabilidade, tem apresentado crescimento constante nos últimos anos. Além disso, tem importância social significativa pela alta demanda de mão de obra por área de produção, gerando empregos e possibilitando a melhoria das condições econômicas das pessoas envolvidas nas diversas etapas da cadeia produtiva (ALMEIDA et al., 2009b). O consumo de flores e plantas ornamentais vem aumentando ao longo dos anos. Conforme Landgraf e Paiva (2009a) estima-se que a floricultura brasileira movimente valor em torno de 750 milhões de dólares ao ano.

A produção brasileira de flores e plantas ornamentais está distribuída principalmente nos estados de São Paulo, do Rio de Janeiro, de Minas Gerais, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Comparado aos demais estados brasileiros, Minas Gerais está entre os maiores produtores de flores do país. O copo-de-leite constitui uma das principais espécies ornamentais cultivadas no estado e ocupa área de 16 ha, sendo a região do Sul de Minas responsável por 44% da produção (LANDGRAF; PAIVA, 2009b).

Segundo Vieira, Sampaio e Sampaio (2008) as condições favoráveis para a produção agrícola no Brasil, devido a sua diversidade de solo e clima, possibilitam o cultivo das mais variadas espécies de flores e plantas ornamentais. Uma delas é o copo-de-leite, que tem sua produção relacionada à agricultura familiar, sua importância deve-se, principalmente, ao aumento da renda dos produtores proporcionado pela alta rentabilidade por área plantada (ALMEIDA; PAIVA, 2004).

Apesar de seu fácil cultivo e de ser bastante apreciada devido à sua versatilidade na composição de arranjos e ao uso em paisagismo, as características nutricionais e desenvolvimento da cultura ainda são pouco



conhecidos. As informações a respeito de adubação no cultivo do copo-de-leite são escassas e inconsistentes, o que leva à aplicação empírica de fertilizantes. Essa aplicação pode ser excessiva e ter efeito tóxico para a planta, trazendo riscos de contaminação ambiental, ou insuficiente, impedindo que a planta expresse todo seu potencial genético.

Estudos acompanhando as fases de crescimento e desenvolvimento da planta são fundamentais para se obterem informações a respeito das épocas em que a cultura é mais exigente em adubação, evitando aplicações desnecessárias de fertilizantes sem a perda de qualidade das inflorescências.

Para a fase inicial de cultivo do copo-de-leite, a curva de acúmulo de nutrientes já foi determinada por Carneiro (2009), porém o interesse comercial pelo copo-de-leite está na produção de hastes florais, e sobre essa fase ainda não há informações disponíveis. Como sequência do estudo realizado por Carneiro (2009), este trabalho teve por objetivo determinar a curva de acúmulo dos macro e micronutrientes, bem como avaliar os índices biométricos correspondentes ao desenvolvimento e emissão floral durante a fase de produção do copo-de-leite.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Produção de flores no Brasil**

O setor de floricultura abrange uma diversidade de produtos, como o cultivo e exploração de plantas ornamentais, que podem ser flores de corte frescas ou secas, plantas em vaso, folhagens frescas ou desidratadas, estacas, enxertos, alporques, substratos de enraizamento e condução de mudas e produção de arbustos e árvores de grande porte (SMORIGO, 1999).

Atualmente, no Brasil, esse setor ocupa mais de 6 mil hectares, que englobam 304 municípios e 12 polos de produção, gerando mais de 120 mil

empregos (ANEFALOS; TOMBOLATO; RICORDI, 2010), promovendo a fixação do homem no campo e abrindo oportunidades, como o emprego da mão de obra feminina (THOMAS; NEGRELLE, 2007).

A floricultura empresarial brasileira tem notável desenvolvimento e se caracteriza como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). As exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais somaram, em 2009, 31,137 milhões de dólares (JUNQUEIRA; PEETZ, 2010).

O estado de Minas Gerais ocupa lugar de destaque na produção de flores e plantas ornamentais. De acordo com o diagnóstico realizado por Landgraf e Paiva (2009b), a produção de flores de corte no estado é atividade de 188 produtores, numa área plantada de 291 ha.

O copo-de-leite, umas das flores de corte mais apreciadas no Brasil, é produzido principalmente na região Sul de Minas Gerais, onde há aproximadamente 16 ha de área cultivada, o que corresponde a 44% da produção mineira (LANDGRAF; PAIVA, 2009b).

## **2.2 Cultivo de copo-de-leite**

O copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma planta herbácea, perene, originária da África do Sul e pertencente à família das Aráceas. Em sua forma nativa ocorre em terrenos úmidos ou na margem de lagos. Possui folhas verdes, de aspecto brilhante, com hábito de crescimento simpodial, formando touceira (BRICKELL; ZUK; ZUK, 1996; FUNNELL, 1993). A inflorescência é formada por uma espata de coloração branca protegendo a espádice, que tem coloração amarela, sendo a parte superior formada pelas flores masculinas e a inferior, pelas femininas, as quais são geralmente polinizadas por insetos (SALINGER, 1991).

O órgão de reserva do copo-de-leite é tipicamente um rizoma ramificado (FUNNELL, 1993). As plantas pertencentes a essa espécie não apresentam dormência propriamente, porém as taxas de crescimento e floração são dependentes da temperatura (HERTOGH, 1998). Tjia (1989) relatou que temperaturas mais amenas induzem o florescimento, e a produção é drasticamente reduzida ou interrompida quando ocorrem temperaturas elevadas, principalmente durante a noite.

### **2.3 Nutrição mineral de plantas ornamentais**

Os nutrientes têm funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas. Dessa forma, quando um dos nutrientes essenciais não está presente em quantidades satisfatórias ou está em condições que o tornam pouco disponível, a sua deficiência nas células promove alterações no seu metabolismo (COELHO et al., 2002). Para atingir melhor padrão de qualidade, é necessário o balanço adequado de nutrientes, uma vez que eles estão diretamente relacionados à formação de hastes vegetativas e floríferas, ao maior pegamento da florada, à proteção contra doenças e à melhoria na qualidade do produto (MALAVOLTA, 2006).

No setor de floricultura, as pesquisas na área de nutrição ainda são limitadas a recomendações para algumas culturas e faltam informações sobre a maioria das espécies. No caso de plantas ornamentais, a avaliação de produção máxima ou ótima é muito subjetiva, sendo esse critério, muitas vezes, baseado em testes conduzidos pelos próprios produtores. Dessa forma, podem ocorrer grandes perdas de nutrientes por lixiviação ou danos que diminuam o seu valor comercial das flores com a aplicação excessiva de micronutrientes (PRICE; CRESSWELL; HANDRECK, 1997).

Para plantas do gênero *Zantedeschia*, as recomendações técnicas de adubação são escassas e, na maioria das vezes, baseadas em experimentos realizados em outros países, havendo divergências quanto ao regime nutricional recomendado.

Salinger (1991) afirmou que o fornecimento de altas doses de nitrogênio (N) em plantas do gênero *Zantedeschia* não é conveniente, pois estimula o crescimento vegetativo em detrimento da floração. Também, Clemens et al. (1998) observaram maior produção de inflorescências de *Zantedeschia albomaculata* com baixas concentrações de N. Entretanto, Devecchi e Remotti (2003) e Fernandes (2010) verificaram que plantas de copo-de-leite cultivadas com baixas concentrações de N apresentaram crescimento e florescimento reduzidos.

Scagel e Schreiner (2006) relataram o fato de que a elevação das doses de fósforo (P) fornecido aumentou a biomassa dos tubérculos e reduziu o florescimento em *Zantedeschia* 'Pot of Gold' e 'Magestic Red', enquanto o fornecimento moderado desse nutriente aumentou a produção floral. Fernandes (2010) constatou que baixas concentrações de P induziram maior comprimento, densidade e volume das raízes de copo-de-leite, como estratégia da planta para aumentar a área de absorção quando esse elemento está escasso. Já Almeida (2007) realizou estudos com silício, caracterizando sintomas de deficiência visual de macro e micronutrientes, não sendo assim comparáveis aos demais estudos.

Essas divergências de informações obrigam o produtor a se apoiar em padrões de adubação estabelecidos para outras culturas. Essa prática pode resultar em aplicações insuficientes ou excessivas, acarretando desequilíbrio nutricional ou problemas ambientais, como salinização do solo e contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos (DUFOR; GUÉRIN, 2005; MOTA et al., 2005; NELL; BARRET; LEONARD, 1997).

Para otimizar a adubação, deve-se conhecer detalhadamente a distribuição de nutrientes dentro das plantas (ARAÚJO, 2008). As curvas de crescimento e a marcha de absorção de nutrientes fornecem informações de grande importância, ou seja, elas evidenciam os períodos em que as plantas absorvem mais nutrientes, disponibilizando dados básicos sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes (VIEIRA, 2006).

#### **2.4 Acúmulo de nutrientes**

A análise química das plantas pode ser utilizada como técnica de diagnose do teor de nutrientes e, ainda, para determinar a relação entre a sua disponibilidade no solo e o estado nutricional da planta (CAMARGO, 2001).

Os nutrientes devem estar prontamente disponíveis, uma vez que possuem funções indispensáveis para o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 2010).

A determinação da curva de acúmulo de nutrientes com base na análise do tecido vegetal é uma das maneiras de monitorar a necessidade de determinado nutriente ao longo do ciclo de uma cultura, em cada fase fenológica. A partir dessas curvas, é possível entender, com maior confiabilidade, a demanda nutricional em cada etapa do crescimento. Essa atividade reduz o risco de aplicação de altas dosagens de fertilizantes, bem como de doses abaixo do mínimo exigido pela planta para atingir metas de produtividade desejadas sem prejuízos para o ambiente e para a cultura (CAMARGO et al., 2005).

A dinâmica de acúmulo de nutrientes na massa seca ao longo do tempo de cultivo retrata apenas o que a planta necessita e não o que deve ser aplicado, pois é preciso considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, variável em função das condições climáticas, do ambiente de cultivo, do manejo de água,

entre outros fatores (PRADO; NASCIMENTO, 2003). Segundo Coelho (1994), embora a marcha de absorção de nutrientes seja afetada por inúmeros fatores, de modo geral se pode dizer que eles são absorvidos durante todo o ciclo, sendo as diferenças observadas nas velocidades de absorção dos nutrientes em função do ciclo e na translocação deles das folhas e dos caules para os órgãos reprodutivos.

A curva de acúmulo de algumas espécies ornamentais já foi determinada e entre elas se encontram o amarílis (MATEUS, 2008), o áster (CAMARGO et al., 2005), o antúrio (DUFOR; GUÉRIN, 2005), o lisianto (BACKES et al., 2008; CAMARGO et al., 2004), o lírio (ORTEGA; CORREA; OLATC, 2006), a rosa (CABRERA, 2002; DUTRA, 2009), o tango (ORBES, 2008), a tulipa (VARGAS; TEJOS, 2008) e as callas (FONSECA, 2010).

Para o copo-de-leite, as informações de acúmulo de nutrientes foram determinadas em plantas em fase inicial de cultivo (CARNEIRO, 2009), em solução nutritiva (FERNANDES, 2010), não havendo estudos referentes à fase de produção dessa espécie cultivada em substrato.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Risoleta Neves, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada na cidade de São João Del Rei, MG, no período de julho a novembro de 2009. Esse município, situado nas coordenadas geográficas 21°08'00'' Sul 44°15'40'' Leste, possui clima do tipo Cwb, com características Cwa (classificação climática de Köppen), apresentando duas estações bem definidas: seca com temperaturas mais baixas de abril a setembro e chuvosa com temperaturas elevadas de outubro a março. Na região a temperatura média anual é de 19,2 °C,

com temperaturas mínimas registradas no mês de julho e máximas no mês de fevereiro.

### 3.2 Implantação e condução do experimento

Para o experimento, foram utilizadas plantas de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) produzidas por micropropagação, aclimatizadas em bandejas plásticas contendo substrato Plantmax<sup>®</sup> em estufa de nebulização intermitente, por período de 60 dias. Quando apresentavam tamanho médio de 48 cm, as mudas foram retiradas do substrato e tiveram suas raízes lavadas em água corrente e depois foram transplantadas para vasos de 8 dm<sup>3</sup> contendo substrato fibra de coco Golden Mix<sup>®</sup> do tipo granulado com a formulação PM (Plug-Mix) número 11 da empresa Amafibra<sup>®</sup>, cuja composição é apresentada na Tabela 1. Após sete meses de cultivo, devido ao tamanho, as plantas foram transplantadas para vasos de 16 dm<sup>3</sup>, contendo o mesmo tipo de substrato.

Tabela 1 Teores dos nutrientes no substrato fibra de coco Golden Mix<sup>®</sup> do tipo granulado com a formulação PM (Plugh-Mix) número 11

Nutrientes (mg dm <sup>-3</sup> )											
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
140	160	180	256	39	93	2,3	9,8	28,5	6,6	4,0	9,0

Dados da empresa AMAFIBRA<sup>®</sup>

Os vasos em sistema fechado foram dispostos sobre bancadas de madeira e cultivados sob 80% de sombreamento proporcionado pelo telado de sombrite<sup>®</sup>, sendo a estrutura coberta por plástico. Diariamente foi monitorada a umidade dos vasos e realizada a irrigação manual. A quantidade de água

fornecida variou de acordo com as condições ambientais ao longo do experimento.

A adubação foi realizada segundo a recomendação de Malavolta e Muraoka (1985), adaptada da adubação básica para vasos. Dessa forma, foram fornecidos: 500 mg dm<sup>-3</sup> de N; 200 mg dm<sup>-3</sup> de P; 150 mg dm<sup>-3</sup> de K; 200 mg dm<sup>-3</sup> de Ca; 50 mg dm<sup>-3</sup> de Mg; 50 mg dm<sup>-3</sup> de S; 0,3 mg dm<sup>-3</sup> de B; 1,3 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 1,25 mg dm<sup>-3</sup> de Mn; 0,1 mg dm<sup>-3</sup> de Mo; e 1,87 mg dm<sup>-3</sup> de Zn. A adubação fosfatada foi realizada 30 dias antes do plantio, e os outros nutrientes foram aplicados na forma de solução e misturados ao substrato antes do transplante das mudas. A adubação com macronutrientes foi parcelada em 12 vezes e aplicada via solução nutritiva. Os micronutrientes foram fornecidos em única dosagem, logo após o transplante das mudas.

### 3.3 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pelos meses de coleta correspondentes à fase de produção da cultura. As plantas foram avaliadas em intervalos de 30 dias, durante cinco meses, a partir dos 240 dias de cultivo, abrangendo o período de inverno, quando o copo-de-leite é mais produtivo. As temperaturas médias e as épocas referentes aos tratamentos estão indicadas na Tabela 2:

Tabela 2 Época do ano e temperatura média equivalentes ao período dos tratamentos, ocorridos em 2009

<b>Dias de cultivo</b>	<b>Mês</b>	<b>Temperatura média (°C)</b>
240	Julho	17,5
270	Agosto	17,6
300	Setembro	20,8
330	Outubro	20,8
360	Novembro	22,4



### **3.4 Delineamento estatístico**

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos correspondentes aos meses de coleta e quatro repetições, utilizando-se uma planta por parcela.

### **3.5 Avaliações**

Por se tratar de uma planta perene, foi estabelecido o período mensal de coleta dos dados amostrais. Para tanto, as plantas foram retiradas da casa de vegetação e encaminhadas ao laboratório de preparo de amostras, onde foram divididas em parte aérea, raízes, rizoma e inflorescências, procedendo-se à limpeza individual de cada uma das partes. As raízes e o rizoma foram lavados em água corrente até a eliminação das partículas de substrato, e as folhas e inflorescências foram limpas com um pedaço de algodão embebido com água para a retirada de poeira e vestígios de insetos.

Após esse processo, todas as partes foram mergulhadas separadamente em água destilada, secas e acondicionadas em sacos de papel Kraft devidamente identificados e mantidas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C a 70 °C, até peso constante, para a secagem do material e a determinação da massa seca.

A colheita das inflorescências foi realizada duas vezes por semana durante o período experimental, quando elas apresentaram padrão de colheita conforme estabelecido por Nowak e Rudnicki (1990) e Salinger (1991), em que a espata se apresenta totalmente expandida e o pólen ausente na espádice. Após a colheita, as hastes foram levadas ao laboratório e avaliadas.

### **3.5.1 Avaliação dos índices biométricos**

As plantas de copo-de-leite foram avaliadas quanto à altura, ao número de folhas totais, à largura e comprimento da folha recém-madura, ao diâmetro do colo e ao diâmetro e comprimento do rizoma. As brotações foram analisadas quanto ao número de brotos laterais, altura, número de folhas e diâmetro do colo do maior broto. Também foram mensurados os pesos de massa seca da parte aérea, das raízes, do rizoma e das inflorescências.

As inflorescências produzidas foram avaliadas individualmente quanto à qualidade, observando-se a largura e o comprimento da espata, o comprimento e diâmetro da haste floral e também a massa fresca correspondente à época de colheita. Para a determinação da massa seca e do número de hastes florais, foram utilizados os dados acumulados por planta, nos meses correspondentes ao período experimental.

### **3.5.2 Análises químicas**

Após a pesagem para a determinação da massa seca da parte aérea, das raízes, do rizoma e das hastes florais, cada uma das partes, equivalentes ao mês de avaliação, foi triturada em moinho tipo Willey, armazenada em sacos plásticos e encaminhada para o laboratório. Os teores de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn foram determinados por digestão nitroperclórica das amostras (ZAROSKI; BURAU, 1977) e os extratos, submetidos à espectrofotometria de absorção atômica. O teor de K foi determinado por fotometria de chama, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o teor de P, por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974) e o S, por turbidimetria (BLANCHAR; REHM; CALDWELL, 1965). O N total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl após a digestão sulfúrica (BREMNER; MULVANEY, 1982) e o B,

pelo método da curcumina (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), após a digestão do material por via seca (incineração). A partir dos valores das massas secas e dos respectivos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe, foram calculados os conteúdos dos nutrientes em cada parte da planta.

### **3.6 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância e os resultados do teste F significativos ( $P < 0,05$ ), à análise de regressão polinomial, por meio do software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (Sisvar) (FERREIRA, 2007), em que a variável independente foi a idade da planta, registrada em dias após o transplântio (240 a 360 dias).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante todo o período experimental, compreendido dos 240 aos 360 dias, as plantas apresentaram boas condições de desenvolvimento, expressando normalmente todas as características da espécie e não apresentando sintomas de deficiências nutricionais. No entanto, ao final do período experimental, verificaram-se sintomas de senescência, muito comum em plantas do gênero *Zantedeschia* após o período de florescimento. Estes sintomas também podem estar relacionados à presença de *Pectobacterium carotovorum*, que, provavelmente, teve seu desenvolvimento favorecido pelo aumento da temperatura típico da época do ano.

## 4.1 Índices Biométricos

### 4.1.1 Desenvolvimento

As plantas apresentaram crescimento em altura até os 330 dias de cultivo, quando atingiram 103 cm, com média de crescimento mensal de 3,31 cm durante o período de produção floral, compreendido entre os 240 e 300 dias. Após esse período, houve tendência de estabilização do crescimento (Figura 1).

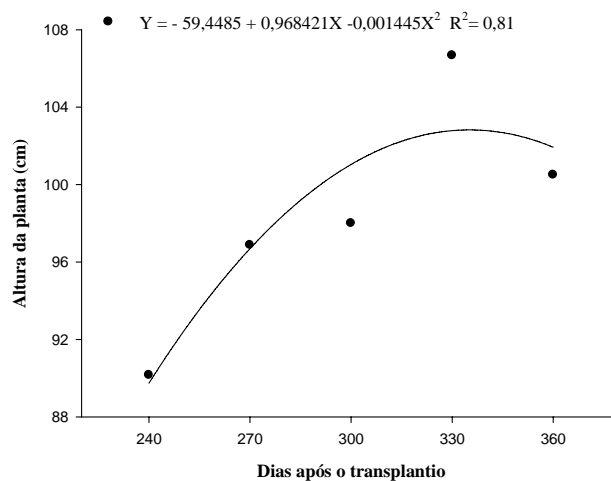


Figura 1 Altura média das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Nas mesmas condições experimentais, Carneiro et al. (2011) observaram que as plantas de copo-de-leite apresentaram incremento mensal de 6,36 cm de altura até os 210 dias de cultivo, atingindo a altura máxima de 91,46 cm. A taxa de crescimento mais acentuada observada por essa autora é justificada pelo período de obtenção de área foliar das plantas para a posterior produção das hastes florais. Durante a fase de produção, o crescimento menos acentuado é

explicado pela maior mobilização energética da planta para a produção das estruturas reprodutivas. Aos 330 dias de cultivo, as plantas estavam plenamente desenvolvidas e, após esse período, o crescimento pode ter sido reduzido por influência da temperatura elevada.

O diâmetro do colo da planta atingiu seu valor máximo observado (4,7 cm), aos 293 dias de cultivo (Figura 2).

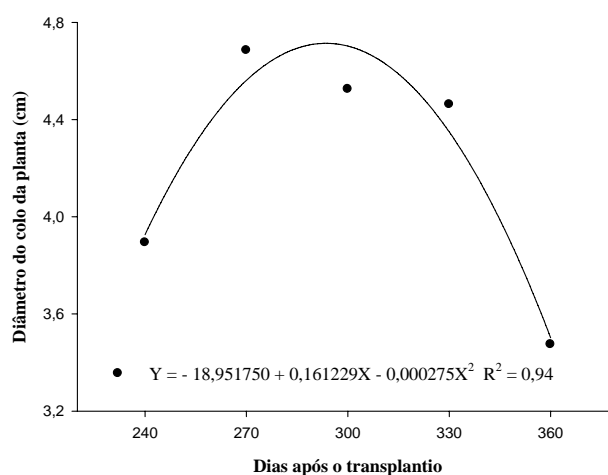


Figura 2 Diâmetro do colo da planta de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Carneiro et al. (2011) encontraram diâmetro máximo de 4,1 cm aos 210 dias de cultivo, indicando que o copo-de-leite apresentou aumento do desenvolvimento vegetativo até os 300 dias de cultivo, como verificado neste trabalho. De modo similar ao diâmetro do colo, após os 300 dias os valores encontrados para a altura e número de folhas total da planta foram menores do que os obtidos nesse período. O diâmetro do colo da planta está diretamente relacionado com o número de folhas, por isso é fundamental que ele se desenvolva de acordo com o crescimento da planta, para sustentar seu peso e

evitar o tombamento do copo-de-leite (CARNEIRO et al., 2011). Entre os 300 e 360 dias, o aumento da temperatura pode ter causado a estabilização do crescimento, o que teria reduzido a produção foliar e, conseqüentemente, o diâmetro do colo da planta.

O número máximo de folhas foi observado aos 288 dias de cultivo, quando as plantas apresentavam em média 59,3 folhas por touceira (Figura 3).

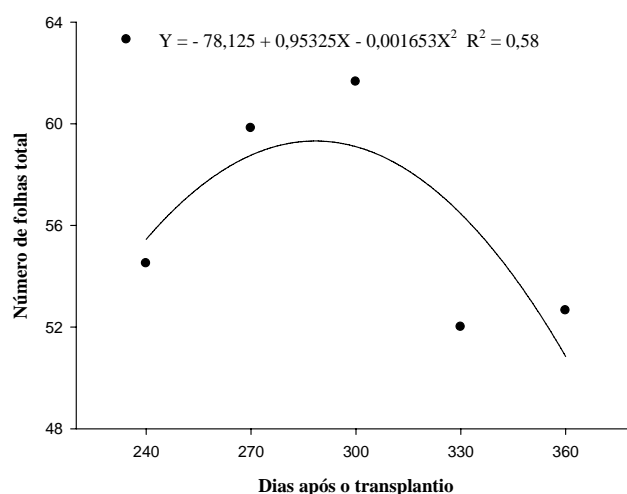


Figura 3 Número total médio de folhas em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Carneiro et al. (2011) observaram que as plantas de copo-de-leite produziram em média 6,78 folhas por planta a cada 30 dias, atingindo o total de 41,58 folhas por planta aos 210 dias de cultivo. Aos 240 dias, as plantas apresentaram média de 55,45 folhas, indicando crescente desenvolvimento vegetativo mesmo durante o período de emissão de inflorescências. A redução do número de folhas pode estar associada ao aumento do número de brotos e, para a formação destes, pode ter ocorrido translocação dos elementos das folhas, causando queda das mais velhas.

As folhas foram ainda avaliadas quanto ao comprimento e à largura, notando-se que, além da redução no número, ocorre redução na largura delas após os 300 dias de cultivo, não havendo, entretanto, diferença significativa no seu comprimento durante o período de avaliação (Figura 4).

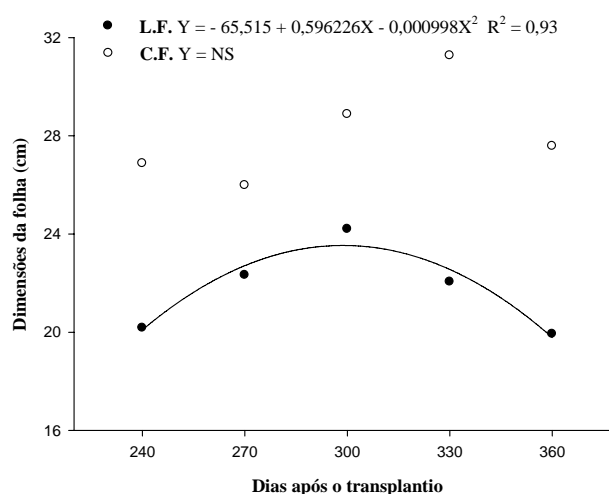


Figura 4 Comprimento (C.F.) e largura (L.F.) das folhas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

As folhas apresentaram crescimento em largura até os 300 dias de cultivo, atingindo 23,53 cm, com posterior declínio até 360 dias. Aos 240 dias, a largura média das folhas era de 20,01 cm, semelhante aos resultados encontrados por Carneiro et al. (2011) aos 210 dias, com folhas apresentando largura de 20,99 cm, enquanto Souza et al. (2010) observaram largura foliar de 24,77 cm aos 210 dias cultivando copo-de-leite em solução nutritiva.

O comprimento foliar médio foi de 28,11 cm, não havendo diferença significativa entre as médias no período de avaliação. Esse resultado é semelhante aos observados por Carneiro et al. (2011) e Souza et al. (2010), que

encontraram comprimento foliar de 27,91 cm e 29,10 cm, respectivamente, aos 210 dias de cultivo.

As dimensões foliares encontradas por Almeida (2009a) em cultivo em solução nutritiva foram inferiores, sendo largura e comprimento médios das folhas de 11,94 cm e 17,30 cm, nessa ordem, aos 180 dias de cultivo. As diferenças encontradas por essa autora podem estar relacionadas à época de avaliação do experimento, realizada no verão (janeiro), quando pode ter sofrido interferência da temperatura elevada e do tipo de cultivo.

O número de brotos foi crescente ao longo do tempo, sendo produzidos em média 35,25 brotos por planta aos 240 dias e, aos 360 dias, média de 76,55 brotos (Figura 5).

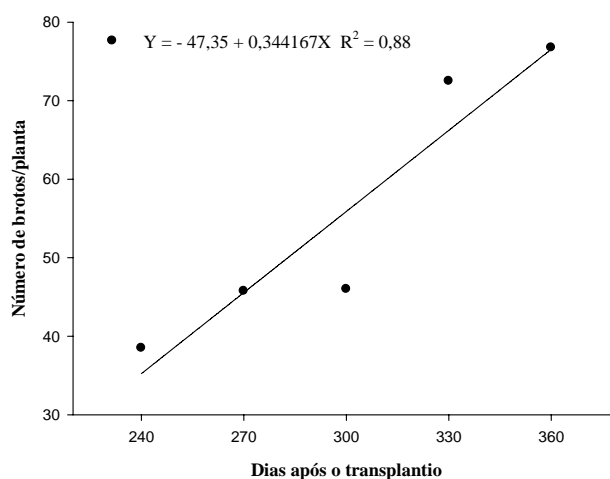


Figura 5 Número de brotos formados em copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Os valores observados em relação ao número de brotos condizem com os resultados encontrados por Carneiro et al. (2011), em que o número de brotos por planta teve aumento proporcional com o tempo, atingindo a média de 29,30



brotos por planta aos 210 dias. Também se assemelham aos encontrados por Fernandes (2010), que observou a produção média de 28,25 brotos por plantas aos 180 dias de cultivo em solução nutritiva. Entretanto, Almeida (2009a), avaliando o efeito do silício em solução nutritiva, verificou a produção média de apenas 5,42 brotações por planta. O trabalho dessa autora teve início no período de temperaturas amenas, com as avaliações realizadas no verão, sugerindo que a temperatura pode ter influenciado o desenvolvimento das plantas. Então é possível observar que o copo-de-leite destina parte de suas reservas de nutrientes para a emissão de novas brotações durante todo o ciclo, independentemente do estágio fenológico em que a planta se encontra.

A altura do maior broto, com média de 87,84 cm, não apresentou, no entanto, diferença significativa nos meses de avaliação. Esse valor observado está de acordo com o resultado encontrado por Carneiro et al. (2011), em que a altura do maior broto foi crescente até os 210 dias de cultivo, atingindo o valor de 75,98 cm. Com isso, sugere-se que, aos 240 dias de cultivo, o broto tenha atingido sua altura máxima, estando com o tamanho aproximado ao da planta-mãe. Ainda, segundo Carneiro et al. (2011), as brotações apresentaram capacidade de produção floral desde os 150 dias de cultivo, quando apresentavam 62 cm de altura.

Apesar de não haver diferença significativa na altura do broto no período avaliado, o número de folhas apresentou comportamento similar ao número de folhas total da planta, atingindo seu valor médio máximo de 5,5 folhas aos 291 dias após o transplântio (Figura 6).

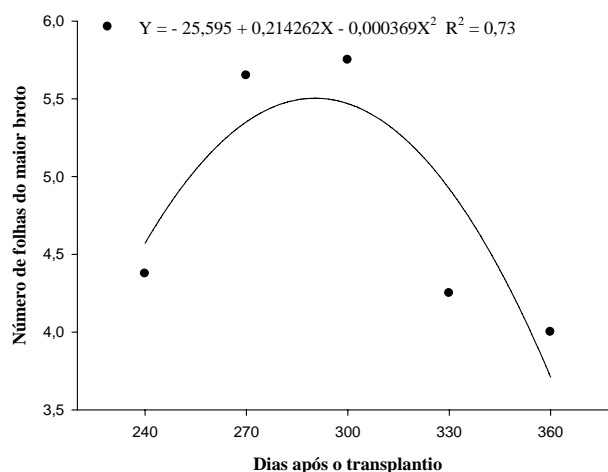


Figura 6 Número médio de folhas do maior broto de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Carneiro et al. (2011) constataram que o número máximo de folhas do maior broto foi de cinco, atingido aos 180 dias de cultivo, tendendo a se estabilizar. Esse resultado indica que o maior broto estava plenamente desenvolvido antes do período de florescimento e apresentou comportamento de desenvolvimento similar ao observado na planta-mãe, inclusive com redução no número de folhas no período equivalente ao aumento da temperatura.

Embora a variação do número de folhas do broto no período analisado seja significativa, não houve variação significativa no diâmetro do colo do broto, que apresentou média de 2,31 cm durante todo o período de avaliação.

Carneiro (2009) observou que o diâmetro do colo do broto foi crescente até os 210 dias de cultivo, quando atingiu 1,83 cm.

Como principal órgão de reserva do copo-de-leite, as dimensões do rizoma estão diretamente relacionadas à produção e desenvolvimento da planta. O diâmetro máximo do rizoma, de 4,80 cm, foi verificado aos 300 dias de

cultivo, e não houve diferença significativa quanto ao comprimento, que foi de 6 cm (Figura 7).

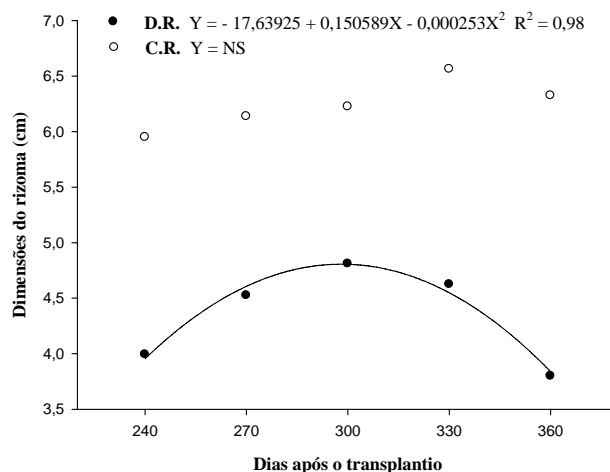


Figura 7 Comprimento (C.R.) e diâmetro (D.R.) do rizoma em função dos dias após o transplante.

Carneiro (2009) verificou o aumento das dimensões do rizoma durante todo o período experimental até os 210 dias de cultivo, à taxa de 0,54 cm a cada 30 dias. Esses resultados indicam que o comprimento do rizoma não foi afetado pelo florescimento, enquanto o diâmetro aumentou mesmo durante o período de produção floral. Sua dimensão foi reduzida ao mesmo tempo que houve aumento da temperatura e a produção de novos brotos. Isso sugere que a redução no diâmetro do rizoma está relacionada com o fornecimento de nutrientes armazenados nesse órgão para a produção de novas brotações.

A massa seca foi analisada individualmente para cada parte da planta (parte aérea, raízes, rizoma e haste floral), sendo a massa seca total obtida pela soma de cada uma das partes em função da idade da planta. As informações sobre a massa seca da planta estão diretamente relacionadas ao seu processo de desenvolvimento e acúmulo de nutrientes. Carneiro et al. (2011), avaliando

copo-de-leite em fase inicial de cultivo nas mesmas condições experimentais, verificaram crescente produção de massa seca total, cujo valor máximo foi de 131,71 g planta<sup>-1</sup> aos 210 dias após o transplantio. Esse comportamento ocorreu até os 270 dias de cultivo, quando as plantas atingiram média de 281,09 g planta<sup>-1</sup> (Figura 8). A partir de então, a produção assumiu comportamento decrescente, possivelmente pela exportação de nutrientes no período de floração, coincidindo com a redução de crescimento observada nas plantas. O incremento de massa seca observado dos 300 aos 360 dias está associado ao acúmulo no rizoma.

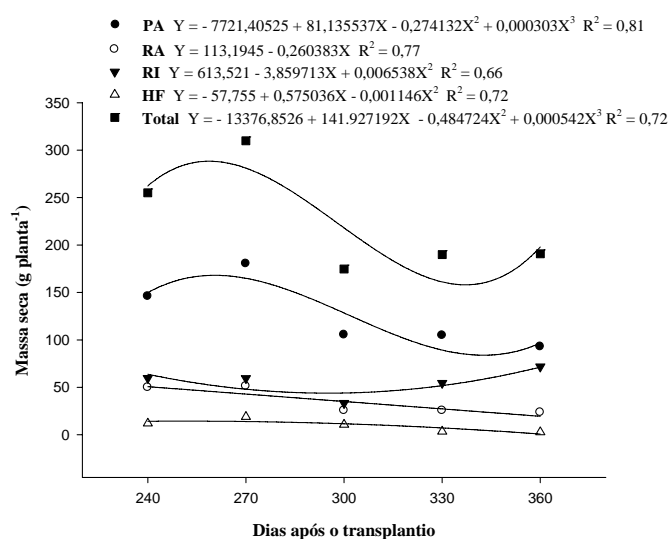


Figura 8 Produção de massa seca da parte aérea (PA), da raiz (RA), do rizoma (RI), da haste floral (HF) e total (Total) de copo-de-leite, em função dos dias após o transplantio.

A maior parte da massa seca acumulada na planta está contida na parte aérea, com até 61,13% da massa seca total, observada aos 270 dias, época em que as plantas apresentaram maior produção floral (Tabela 3).

Tabela 3 Porcentagem acumulada de massa seca (MS) na parte aérea, nas raízes, no rizoma e na haste floral de copo-de-leite e massa seca total em função das diferentes épocas de desenvolvimento

Dias após transplântio	MS Total (g)	Parte aérea	-----%-----		
			Raízes	Rizoma	Haste floral
<b>240</b>	262,25	53,78	18,20	22,90	5,11
<b>270</b>	281,09	61,13	15,90	17,79	5,17
<b>300</b>	218,09	58,60	16,01	20,09	5,30
<b>330</b>	161,10	50,86	15,53	29,50	4,10
<b>360</b>	197,98	51,36	10,34	37,90	0,40

Em conformidade com os dados obtidos por Carneiro et al. (2011), a porcentagem acumulada de massa seca da parte aérea e a do rizoma apresentaram comportamentos inversos. Essa autora observou também acúmulo crescente de massa seca de todas as partes da planta durante o crescimento da cultura. Os dados deste trabalho marcam o final do processo de crescimento da planta, o estágio de florescimento e o final do ciclo da planta, com formação de novos brotos. A partir dos 270 dias de cultivo, as plantas apresentaram menor massa seca da parte aérea, das raízes e do total. O acúmulo de massa seca das hastes florais indica o pico da floração da cultura, crescente dos 240 aos 300 dias, correspondentes aos meses de julho a setembro. O rizoma apresentou comportamento de fonte durante o período de florescimento, tendo sua matéria seca reduzida pelo fornecimento de nutrientes para a formação das hastes florais durante o período de maior produção, e aos 300 dias apresentou comportamento de dreno, observado pelo ganho de massa seca após esse período.

Fonseca (2010), analisando a curva de acúmulo de massa seca em *Zantedeschia* sp. cv. 'Black Magic' e 'Chianti', verificou comportamento semelhante: a produção de massa seca decresce após atingir um ponto máximo, aos 56 e 70 dias após o plantio, respectivamente. Essa mesma autora observou

ainda que a queda no acúmulo de massa seca das folhas coincide com o período em que os tubérculos apresentam maior acúmulo de reservas e massa seca.

Os valores de massa seca observados indicam que, apesar de ser uma cultura perene, após a floração o copo-de-leite apresenta redução do crescimento, como verificado em outras espécies de *Zantedeschia* por Fonseca (2010). De acordo com sua descrição, o final da fase de crescimento vegetativo de *Zantedeschia* sp. é indicado pela paralisação do crescimento da planta em altura em geral e gradual senescência das folhas. Com isso, é intensificado o crescimento do tubérculo, devido ao fato de os nutrientes da parte aérea serem exportados para esse órgão, o que gera a queda das folhas e a consequente redução da massa seca das plantas.

Segundo pesquisa com *Zantedeschia pentlandii* 'Best Gold' realizada por Funnell et al. (1998), fatores ambientais podem exercer influência no acúmulo de matéria seca e controle do ciclo da planta ao longo do ano, evidenciando a possibilidade de um processo de senescência natural ou endodormência estimulado pela temperatura.

O efeito dos nutrientes no desenvolvimento de plantas é observado na produção de massa seca em cada uma das partes da planta (FRAZÃO et al., 2010). Fernandes (2010), cultivando copo-de-leite em solução nutritiva com omissão de N e P, constatou que baixos teores de nutrientes são seguidos de baixa produção de massa seca e resultam em menor acúmulo do nutriente na planta.

#### **4.1.2 Florescimento**

As plantas apresentaram florescimento durante todo o período experimental, ocorrendo maior produção de hastes florais aos 270 dias, correspondentes ao mês de agosto (Tabela 4).

Tabela 4 Número médio de hastes florais produzidas por planta em intervalos e acumulado em função das diferentes épocas de desenvolvimento

<b>Dias após transplântio</b>	<b>Mês</b>	<b>Nº médio de hastes florais/planta</b>	<b>Nº médio de hastes florais acumuladas/planta</b>
<b>240</b>	Julho	1,50	1,50
<b>270</b>	Agosto	3,75	6,75
<b>300</b>	Setembro	1,75	6,50
<b>330</b>	Outubro	1,50	6,25
<b>360</b>	Novembro	1,00	9,00

Carneiro et al. (2011) observaram a formação uniforme de hastes florais até os 210 dias de cultivo, ocorrendo produção média de 0,58 haste por planta. Este trabalho mostrou que a partir do mês de julho, quando a temperatura média foi de 17,5 °C, houve aumento da produção floral, com a produção média de 1,5 haste por planta nesse mês. As plantas se apresentaram mais produtivas durante os meses de inverno, atingindo produção média de 3,75 hastes por planta no mês de agosto, o que indica a formação de uma inflorescência a cada oito dias.

O declínio da produção teve início aos 300 dias, no mês de setembro, quando a temperatura média foi de 20,8 °C, sendo a produção drasticamente reduzida até os 360 dias. Nesse período ocorreu aumento da temperatura, o que comprova as indicações de Funnell et al. (1998), Hertogh (1998) e Tjia (1989) de que o aumento da temperatura reduz a produção de inflorescências no copo-de-leite.

A produção verificada aos 240 dias, no mês de julho, é similar à encontrada por Fernandes (2010) aos 180 dias de cultivo, em junho, em solução nutritiva, onde foi produzida em média 1,16 haste floral por planta. Souza et al. (2010), durante a mesma época do ano, verificaram a formação de 1,24 haste floral, produção similar à observada em novembro.

Para avaliar flores produzidas quanto à qualidade, as dimensões da espata foram mensuradas. Após 240 dias, o comprimento e a largura foram reduzidos (Figura 9).

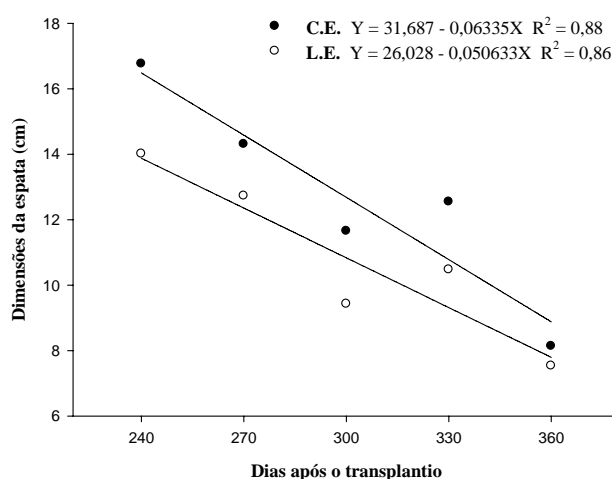


Figura 9 Comprimento (C.E.) e largura (L.E.) da espata em função dos dias após o transplantio.

As dimensões da espata encontradas foram 16,48 cm de comprimento e 13,88 cm de largura aos 240 dias, semelhantes às verificadas por Carneiro et al. (2011): 16,55 cm de comprimento e 14,92 cm de largura aos 210 dias de cultivo. Esses dados indicam que, apesar de o maior número de hastes florais ocorrer no mês de agosto, as hastes com flores de maiores dimensões são produzidas nos meses de junho e julho. Esses dados são similares aos observados por Souza et al. (2010), que observaram 14,53 cm de comprimento e 11,68 cm de largura aos 210 dias de cultivo em solução nutritiva, e aos de Almeida (2009a), que registrou 8,27 cm e 8,17 cm para comprimento e largura da espata, respectivamente, aos 180 dias de cultivo, equivalentes a 8,14 cm de comprimento e 7,57 cm encontrados aos 360 dias. Ambas as avaliações foram



realizadas durante os meses de temperaturas mais elevadas. Diante disso, verificou-se que, apesar da temperatura favorável durante o pico de floração, as inflorescências produzidas nesse período foram menores em comparação com as produzidas no início do inverno. Isso indica a competição entre as hastes, com o aumento do número de flores e a diminuição do tamanho delas. A obtenção de maiores inflorescências associadas ao volume de hastes produzidas pode estar relacionada à dose da adubação utilizada.

Além das dimensões da espata, a altura e diâmetro da haste floral também influenciam a qualidade das inflorescências. Aos 240 dias de cultivo, as hastes apresentaram comprimento médio de 83,25 cm e diâmetro médio de 1,22 cm (Figura 10).

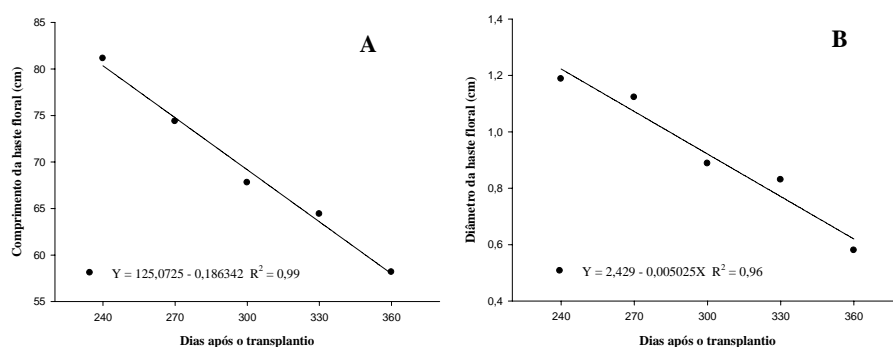


Figura 10 Comprimento (A) e diâmetro (B) das hastes florais em função dos dias após o transplantio.

Carneiro (2009) verificou crescimento constante do comprimento e do diâmetro até os 210 dias, quando as hastes apresentaram média de 80,7 cm e 1,35 cm, respectivamente. Esse comportamento da altura e diâmetro da haste foi similar ao observado nas dimensões da espata, indicando que no início do inverno as flores produzidas apresentam melhor qualidade em relação às demais

épocas de avaliação. Do mesmo modo, a temperatura elevada, verificada a partir dos 300 dias, pode ter influenciado a redução do comprimento e diâmetro das hastes florais produzidas.

Comparativamente, Souza et al. (2010) obteve valores próximos em plantas de copo-de-leite cultivadas em solução nutritiva aos 210 dias de cultivo, durante o mês de novembro, observando hastes com comprimento médio de 66,86 cm e diâmetro médio de 1,42 cm. Fernandes (2010), também cultivando copo-de-leite em solução nutritiva, obteve os valores de 62,0 cm e 0,775 cm de comprimento e diâmetro, respectivamente, aos 180 dias, durante o mês de junho. O menor comprimento da haste observado por essa autora pode estar relacionado à idade das plantas, que apresentavam menor tamanho em altura no período equivalente.

Almeida (2009a) encontrou valores de 25,19 cm de comprimento e 0,88 cm de diâmetro em avaliações feitas no período de temperaturas elevadas, indicando que a temperatura pode ter comprometido a qualidade das hastes formadas.

Devido à redução da produção de inflorescências (Tabela 4), ocorreu o declínio da produção de massa fresca das hastes florais (Figura 11).

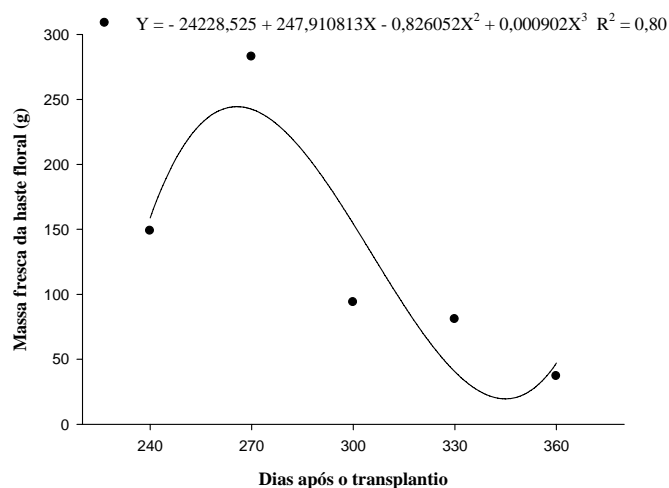


Figura 11 Massa fresca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Aos 240 dias de cultivo, a massa fresca das hastes foi em média de 158,83 g/haste floral, resultado superior ao encontrado por Carneiro (2009) aos 210 dias, de 102,76 g/haste. O comportamento da massa fresca está diretamente relacionado à época de maior produção floral, quando se atingiu o máximo de massa fresca de 242,24 g/haste aos 270 dias. A redução nas dimensões das inflorescências provocou diminuição da massa fresca das flores.

A Figura 12 ilustra que a produção de massa seca das hastes florais também apresentou acúmulo máximo aos 270 dias, com 18,35 g/haste, e posterior declínio ao longo dos meses, justificado pela tendência observada na massa fresca (Figura 11).

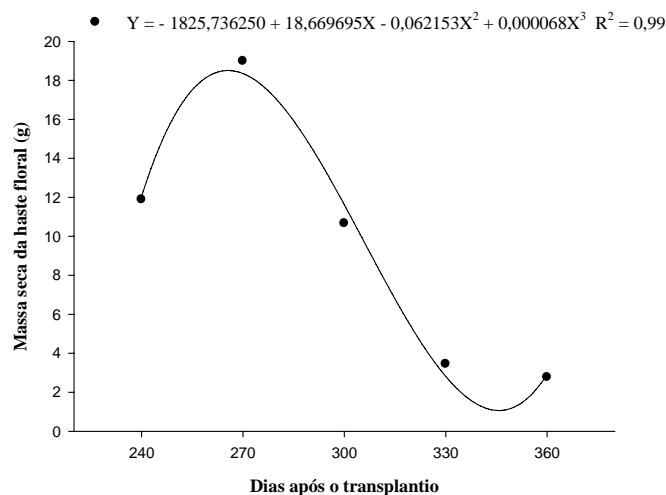


Figura 12 Massa seca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

O valor médio da massa seca aos 240 dias de cultivo foi de 12,05 g/haste, superior à média de 6,6 g/haste encontrada por Carneiro (2009) aos 210 dias. Essa diferença se deve às maiores dimensões das hastes observadas aos 240 dias. Aos 360 dias de cultivo, a massa seca da haste foi de 2,92 g, valor superior ao de 1,38 g/haste encontrado por Almeida (2009a). Em ambos os casos, as hastes foram produzidas em temperaturas elevadas.

## 4.2 Teor e acúmulo de nutrientes

### 4.2.1 Teor dos macronutrientes

Os teores dos macronutrientes, obtidos por meio de análises químicas da parte aérea do copo-de-leite, incluindo as brotações, estão apresentados na

Tabela 5. Verifica-se que os nutrientes K e N foram os que apresentaram maiores teores na parte aérea durante o período de avaliação.

Tabela 5 Teores de macronutrientes na parte aérea de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

<b>Dias após transplântio</b>	<b>N<sup>(1)</sup></b>	<b>P<sup>(2)</sup></b>	<b>K<sup>(NS)</sup></b>	<b>Ca<sup>(NS)</sup></b>	<b>Mg<sup>(NS)</sup></b>	<b>S<sup>(NS)</sup></b>
	<b>g kg<sup>-1</sup></b>					
<b>240</b>	33,79	5,90	35,47	8,40	2,67	7,00
<b>270</b>	31,00	7,68	36,85	8,92	2,47	6,90
<b>300</b>	28,22	8,44	36,50	8,07	2,47	7,32
<b>330</b>	25,43	8,19	36,25	8,45	2,40	5,95
<b>360</b>	22,64	6,93	36,27	8,25	2,62	7,50

(1)  $Y = 56,095 - 0,092917X$ ;  $R^2 = 0,85$

(2)  $Y = - 44,67 + 0,345488X - 0,000562X^2$ ;  $R^2 = 0,90$

(NS) Não significativo

Aos 240 dias, a ordem apresentada dos teores foi  $K > N > Ca > S > P > Mg$ , semelhante à observada por Carneiro (2009), que verificou a mesma ordem decrescente de teores nas folhas de copo-de-leite aos 210 dias. Percebe-se que essa ordem foi alterada ao longo do período analisado. Aos 270 dias, período de maior florescimento, a sequência observada foi  $K > N > Ca > P > S > Mg$ ; durante o período de máximo desenvolvimento da planta, aos 300 dias de cultivo, foi  $K > N > P > Ca > S > Mg$ . Já aos 330 e 360 dias as sequências foram equivalentes às observadas aos 270 e 240 dias, respectivamente. Esse resultado indica que houve aumento no teor de P na parte aérea até que a planta atingisse o pleno desenvolvimento. Por ser muito móvel na planta e estar associado a atividades energéticas, o teor desse nutriente na parte aérea acompanhou o desenvolvimento da planta. Ao contrário, o teor de N na parte aérea de copo-de-leite foi decrescente durante todo o período de avaliação. Por ser também muito móvel na planta, a redução do teor indica que o nutriente pode ter sido translocado das folhas para a formação de hastes florais e novos brotos.

Os teores dos demais nutrientes não apresentaram diferença significativa na parte aérea de copo-de-leite.

Os valores encontrados dos teores dos macronutrientes na parte aérea são superiores aos verificados por Carneiro (2009) aos 210 dias, exceto o do Mg, que apresentou maior teor aos 210 dias de cultivo. Almeida (2009a) observou teores semelhantes de N, superiores de Ca ( $12,66 \text{ g kg}^{-1}$ ) e inferiores de P ( $3,46 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $24,74 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mg ( $1,68 \text{ g kg}^{-1}$ ) aos 180 dias de cultivo de copo-de-leite em solução nutritiva. Vale ressaltar que o teor dos nutrientes na massa seca das folhas e a quantidade absorvida dependem de diversos fatores, entre os quais a quantidade fornecida (FONTES, 2001).

Com base nas análises dos teores de macronutrientes encontrados no rizoma de copo-de-leite, observaram-se diferenças significativas em todos os elementos, com exceção do N (Tabela 6).

Tabela 6 Teores de macronutrientes nos rizomas de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	N <sup>(NS)</sup>	P <sup>(1)</sup>	K <sup>(2)</sup>	Ca <sup>(3)</sup>	Mg <sup>(4)</sup>	S <sup>(5)</sup>
g kg <sup>-1</sup>						
<b>240</b>	17,22	6,53	17,61	5,53	3,22	2,81
<b>270</b>	17,30	8,08	17,09	6,27	3,30	3,15
<b>300</b>	16,85	8,67	16,57	6,33	3,26	3,25
<b>330</b>	15,52	8,32	16,05	5,71	3,11	3,09
<b>360</b>	16,35	7,02	15,53	4,41	2,84	2,69

(1)  $Y = -39,87 + 0,31956X - 0,000526X^2$ ;  $R^2 = 0,76$

(2)  $Y = 21,775 - 0,017333X$ ;  $R^2 = 0,51$

(3)  $Y = -24,8 + 0,216857X - 0,000377X^2$ ;  $R^2 = 0,86$

(4)  $Y = -1,505 + 0,034929X - 0,000063X^2$ ;  $R^2 = 0,68$

(5)  $Y = -8,95 + 0,082333 - 0,000139X^2$ ;  $R^2 = 0,43$

(NS) Não Significativo

Fernandes (2010) encontrou teores menores de todos os elementos aos 180 dias de cultivo em solução nutritiva. Essa diferença pode indicar, em uma análise mais prolongada, que houve incremento no teor de todos os macronutrientes no rizoma. Esse comportamento dos macronutrientes no rizoma foi semelhante ao descrito por Fonseca (2010) em tubérculos de *Zantedeschia* cv. 'Black Magic' e cv. 'Chianti'.

A análise dos teores de macronutrientes nas hastes florais indica que, em todos os elementos, houve diferença no período analisado (Tabela 7).

Tabela 7 Teores de macronutrientes nas hastes florais de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	N <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	K <sup>(3)</sup>	Ca <sup>(4)</sup>	Mg <sup>(5)</sup>	S <sup>(6)</sup>
	g kg <sup>-1</sup>					
<b>240</b>	33,09	4,77	35,04	3,98	2,00	3,85
<b>270</b>	29,50	5,00	33,59	4,23	2,09	3,51
<b>300</b>	25,91	4,95	32,13	4,47	2,19	3,18
<b>330</b>	22,32	4,64	30,68	4,72	2,28	2,84
<b>360</b>	18,73	4,07	29,23	4,96	2,37	2,51

(1)  $Y = 61,827 - 0,119717X$ ;  $R^2 = 0,97$

(2)  $Y = - 6,3685 + 0,081431X - 0,000146X^2$ ;  $R^2 = 0,65$

(3)  $Y = 46,66 - 0,048417X$ ;  $R^2 = 0,81$

(4)  $Y = 2,025 - 0,008167X$ ;  $R^2 = 0,75$

(5)  $Y = 1,269 + 0,003058X$ ;  $R^2 = 0,82$

(6)  $Y = 6,53 - 0,011167X$ ;  $R^2 = 0,91$

Dos 240 aos 300 dias, a sequência observada do teor dos macronutrientes nas inflorescências foi semelhante à verificada na parte aérea aos 300 dias de cultivo, época em que as plantas atingiram o pleno desenvolvimento vegetativo e o pico de produção floral, sendo a ordem decrescente K>N>P>Ca>S>Mg. Após esse período, a sequência encontrada nas hastes florais foi similar à observada na parte aérea da planta nos demais períodos de avaliação, sendo K>N>Ca>P>S>Mg. Esse resultado mostra que as inflorescências produzidas durante o período de maior produção floral apresentaram aumento no teor de P em relação às produzidas na época em que ocorreu aumento na temperatura.

Fernandes (2010) obteve, aos 180 dias de cultivo, diferentes teores de N (3,27 g kg<sup>-1</sup>), K (26,40 g kg<sup>-1</sup>), Ca (2,79 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (3,59 g kg<sup>-1</sup>) em inflorescências produzidas em solução nutritiva, e Almeida (2009a) verificou, também aos 180 dias de cultivo hidropônico teores semelhantes de P e S,



superiores de N (37,34 g kg<sup>-1</sup>) e Ca (9,85 g kg<sup>-1</sup>) e inferiores de K (28,20 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (1,69 g kg<sup>-1</sup>). As variações verificadas são normais, uma vez que os teores dos nutrientes nas plantas variam conforme as condições de manejo da cultura.

Nas raízes de copo-de-leite, somente os elementos N, Mg e S apresentaram diferença em relação ao período de avaliação (Tabela 8).

Tabela 8 Teores de macronutrientes nas raízes de plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	N <sup>(1)</sup>	P <sup>(NS)</sup>	K <sup>(NS)</sup>	Ca <sup>(NS)</sup>	Mg <sup>(2)</sup>	S <sup>(3)</sup>
	g kg <sup>-1</sup>					
<b>240</b>	19,23	7,82	34,02	6,17	4,13	10,46
<b>270</b>	17,77	8,80	34,27	7,22	4,33	12,27
<b>300</b>	17,25	8,82	35,35	7,55	4,40	13,06
<b>330</b>	17,69	7,65	34,77	7,82	4,34	12,82
<b>360</b>	19,07	8,02	33,97	7,32	4,16	11,56

(1)  $Y = 65,155 - 0,318X + 0,000528X^2$ ;  $R^2 = 0,85$

(2)  $Y = - 1,925 + 0,041917X - 0,000069X^2$ ;  $R^2 = 0,57$

(3)  $Y = - 40,765 + 0,349643X - 0,000567X^2$ ;  $R^2 = 0,69$

(NS) Não Significativo

Os teores de macronutrientes encontrados por Fernandes (2010) nas raízes, aos 180 dias em solução nutritiva, foram inferiores aos observados neste trabalho. A massa seca das raízes encontrada por essa autora também foi menor que a observada nesta pesquisa. Essa diferença pode ser atribuída à idade das plantas e ao diferente sistema de cultivo utilizado.

#### 4.2.2 Acúmulo dos macronutrientes

O acúmulo de nutrientes é o indicativo da demanda nutricional durante o desenvolvimento da planta. A distribuição dos acúmulos totais dos macronutrientes nas plantas está apresentada na Figura 13.

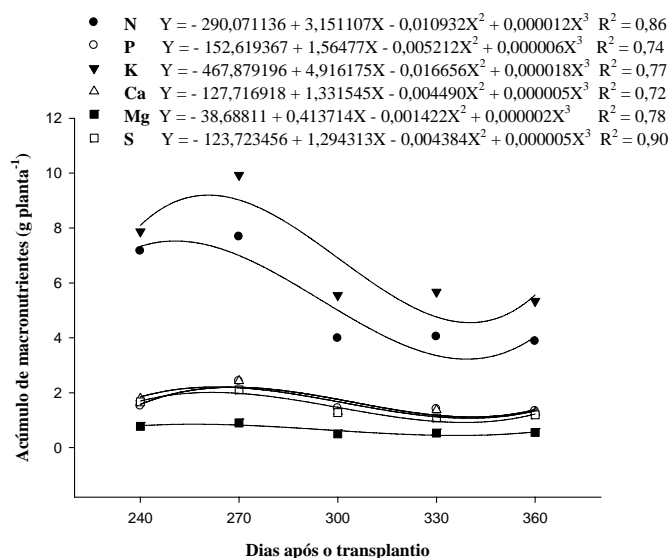


Figura 13 Acúmulo de macronutrientes (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Os acúmulos foram superiores aos encontrados por Carneiro (2009) até os 210 dias de cultivo de copo-de-leite, indicando que houve crescente demanda dos nutrientes, uma vez que eles atingiram o pleno desenvolvimento e tiveram intensa produção floral a partir dos 240 dias.

De maneira geral, a demanda nutricional segue a ordem decrescente K>N>Ca>P>S>Mg, de acordo com a demanda encontrada por Carneiro (2009) em plantas de copo-de-leite até os 210 dias de plantio. Essa sequência também foi semelhante à encontrada por Fonseca (2010) em cultivo de *Zantedeschia* sp. cv. 'Black Magic', enquanto na a cv. 'Chianti' a demanda foi K>N>Ca>S>P>Mg.

Aos 360 dias, os acúmulos foram semelhantes aos observados por Fonseca (2010) ao final do ciclo de *Zantedeschia* sp. cv. 'Black Magic',

seguindo a ordem decrescente K >N>Ca>S>P>Mg. Os acúmulos foram superiores aos encontrados pela mesma autora na a cv. 'Chianti'.

Assim como observado por Carneiro (2009), o N, depois do K, foi o nutriente mais exigido pelo copo-de-leite. O acúmulo desse elemento nos órgãos da planta, de maneira geral, segue a tendência da massa seca, comportamento também verificado por essa autora em copo-de-leite em fase inicial de desenvolvimento (Figura 14).

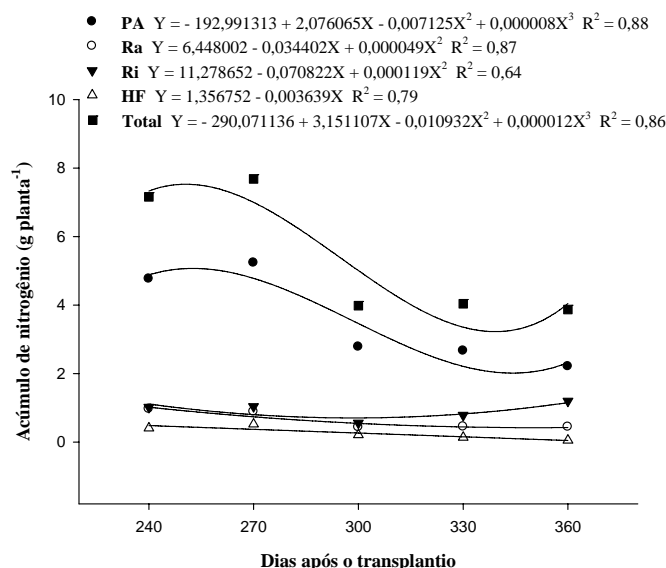


Figura 14 Acúmulo de nitrogênio (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Observa-se que acúmulo de N em plantas de copo-de-leite varia em cada parte e de acordo com a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra. Por ser elemento muito móvel, é facilmente translocado para outras partes, a fim de suprir as necessidades inerentes ao ciclo da planta. O percentual de acúmulo de N em cada parte do copo-de-leite é mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 Distribuição do acúmulo de nitrogênio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	N Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	-----%-----		
			Raiz	Rizoma	Haste floral
<b>240</b>	7,33	66,59	13,49	14,25	5,66
<b>270</b>	7,00	68,16	11,53	13,51	6,79
<b>300</b>	5,00	69,79	10,86	14,01	5,28
<b>330</b>	3,36	60,77	11,13	19,47	3,36
<b>360</b>	4,04	59,97	11,46	30,9	1,35

Carneiro (2009) observou que, até os 210 dias de cultivo de copo-de-leite, a parte aérea acumulou 45% do N absorvido. Segundo Malavolta (2006), o N é responsável pelo maior desenvolvimento vegetativo e pelo perfilhamento, estimulando a formação e desenvolvimento de gemas vegetativas e produtivas. De acordo com Marschner (1995), o N é necessário para a síntese de aminoácidos, amins, proteínas e ácidos nucleicos, além de fazer parte da molécula de clorofila. A quantidade relativa de nitrogênio nas plantas representa a interação entre proteínas e carboidratos armazenados e também o tipo e qualidade do crescimento e florescimento. Assim, constata-se que a maior porcentagem de N encontrada na parte aérea neste experimento pode estar relacionada ao período em que as plantas atingiram pleno desenvolvimento vegetativo, necessitando de maior área foliar, a fim de aumentar a produção de compostos necessários ao florescimento.

A absorção do P teve comportamento semelhante à do N e, portanto, seguiu a tendência das curvas de massa seca (Figura 15).

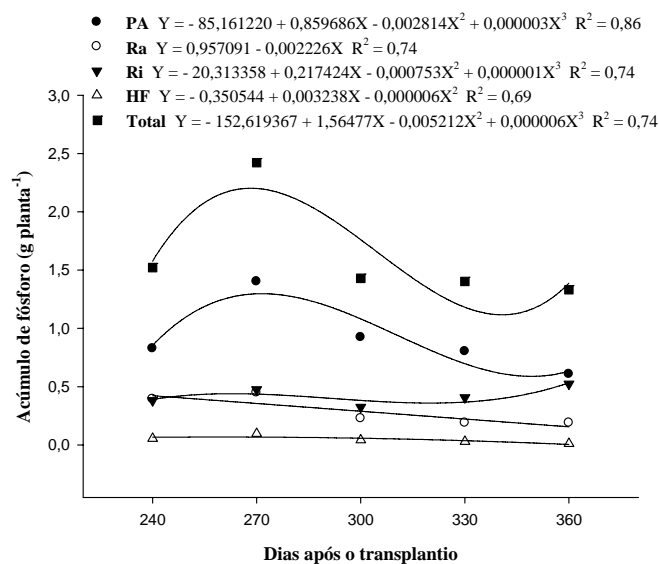


Figura 15 Acúmulo de fósforo (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

A distribuição do P acumulado em diferentes partes das plantas indica que esse elemento se localiza principalmente na parte aérea, de onde é transferido para a formação de hastes florais e posteriormente acumulado no rizoma (Tabela 10). Scagel e Schreiner (2006) verificaram que o suprimento de P está relacionado com o incremento de massa seca nos tubérculos de *Zantedeschia* sp. cv. 'Pot of Gold' e cv. 'Magestic Red'.

Tabela 10 Distribuição do acúmulo de fósforo em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	P Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
<b>240</b>	1,56	57,35	25,86	25,06	3,59
<b>270</b>	2,20	57,91	18,51	19,70	3,98
<b>300</b>	1,76	64,62	15,87	22,72	2,96
<b>330</b>	1,18	58,65	13,48	28,96	2,06
<b>360</b>	1,39	45,58	14,18	39,29	0,83

O acúmulo de 0,63 g planta<sup>-1</sup> de P observado por Carneiro (2009) aos 210 dias de cultivo de copo-de-leite indica que a planta manteve crescente sua demanda por esse elemento até os 270 dias. Nesse período, apresentou o maior acúmulo de P e ao aumento no volume de flores produzidas. Segundo Malavolta (2006), o fósforo está relacionado ao maior pegamento da florada. Após o florescimento, houve translocação do P para o rizoma, conforme se observa na Figura 15, justificado pela fácil mobilização desse elemento dentro da planta.

O P é importante componente de fosfato, açúcares, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, entre outros, e tem papel central em reações que envolvem energia através do ATP (TAIZ; ZEIGER, 2004). Apesar disso, foi o terceiro nutriente menos exigido durante todo o ciclo da cultura do copo-de-leite, desde a fase inicial de desenvolvimento, conforme observado por Carneiro (2009).

O K foi o elemento mais exigido pelo copo-de-leite, do mesmo modo como observado por Carneiro (2009) em fase inicial de cultivo, e seu acúmulo está relacionado à massa seca da planta (Figura 16).

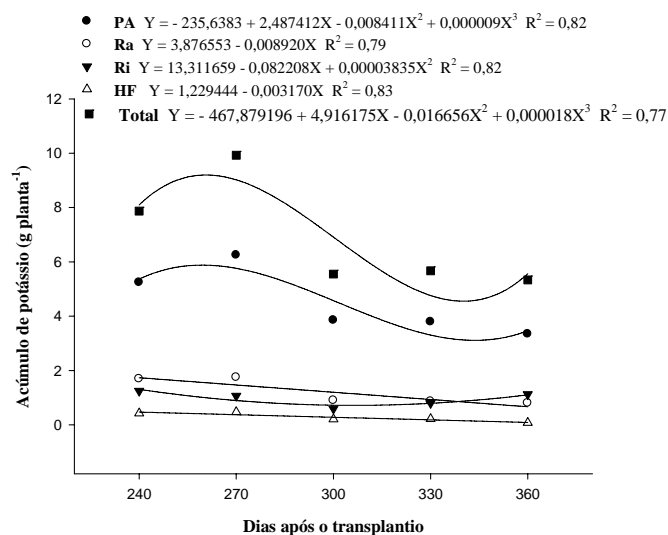


Figura 16 Acúmulo de potássio (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Segundo Faquin (2005), a alta exigência de K pode ser explicada pela sua importância no transporte de fotoassimilados das folhas para os órgãos de reserva. Além disso, esse nutriente é ativador de funções enzimáticas envolvidas na respiração e na fotossíntese e regulador da turgidez das células (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que explica sua maior proporção na parte aérea da planta (Tabela 11).

Tabela 11 Distribuição do acúmulo de potássio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	K Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	-----%-----		
			Raiz	Rizoma	Haste floral
<b>240</b>	8,09	66,65	21,52	15,86	5,39
<b>270</b>	9,02	62,91	17,62	10,70	4,75
<b>300</b>	6,91	69,32	16,19	10,68	3,66
<b>330</b>	4,76	66,85	15,19	14,13	3,84
<b>360</b>	5,56	62,65	14,97	21,03	1,42

Observando a distribuição do K, verifica-se que, assim como o N e P, esse elemento também foi translocado para a formação da parte reprodutiva da planta e, posteriormente, para o rizoma. Esse comportamento está relacionado ao fato de possuir grande mobilidade no interior das plantas e ter sua translocação interna especialmente dirigida aos pontos de crescimento (LACOEUILHE, 1974). A porcentagem de K encontrada nas raízes do copo-de-leite está de acordo com o descrito por Malavolta (2006), segundo o qual, de maneira geral, as raízes das plantas contêm cerca de 16% do K total.

Os valores de K acumulados são superiores aos obtidos por Carneiro (2009) em copo-de-leite em fase inicial de desenvolvimento. Essa diferença se deve ao fato de o elemento estar relacionado à quantidade de massa seca produzida pelas plantas.

O acúmulo de Ca apresentou a mesma tendência da massa seca nas diferentes partes da planta de copo-de-leite, com maior acúmulo total verificado aos 270 dias. Houve incremento no acúmulo desse nutriente no rizoma após os 300 dias de cultivo (Figura 17).



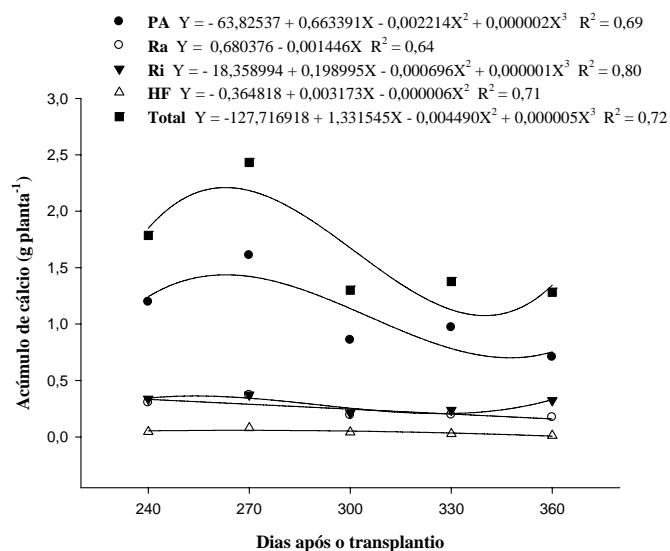


Figura 17 Acúmulo de cálcio (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Carneiro (2009) observou acúmulo crescente de Ca no desenvolvimento das mudas de copo-de-leite até os 210 dias de cultivo. Esses resultados são justificados no trabalho de Almeida (2007), em que a omissão desse elemento causou a redução do crescimento, do número de folhas e da massa seca das raízes e do rizoma.

O Ca é essencial para a manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas e da parede celular (MALAVOLTA, 2006), justificando a maior disponibilidade desse nutriente na parte aérea (Tabela 12).

Tabela 12 Distribuição do acúmulo de cálcio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	Ca Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
<b>240</b>	1,84	66,99	16,96	18,85	2,55
<b>270</b>	2,18	66,15	15,21	15,36	3,28
<b>300</b>	1,67	65,95	14,68	16,17	3,19
<b>330</b>	1,13	70,46	14,24	17,27	2,03
<b>360</b>	1,34	54,65	13,47	25,25	0,97

Como o cálcio é um elemento praticamente imóvel no floema, é pouco provável que ele tenha sido exportado das folhas para o rizoma e hastes florais, portanto esses órgãos obtiveram seus acúmulos a partir do cálcio absorvido da solução do substrato.

A curva de acúmulo do magnésio apresentou a mesma tendência da curva da massa seca nas diferentes partes da planta, com exceção do rizoma, no qual não houve diferença no acúmulo ao longo do tempo (Figura 18).

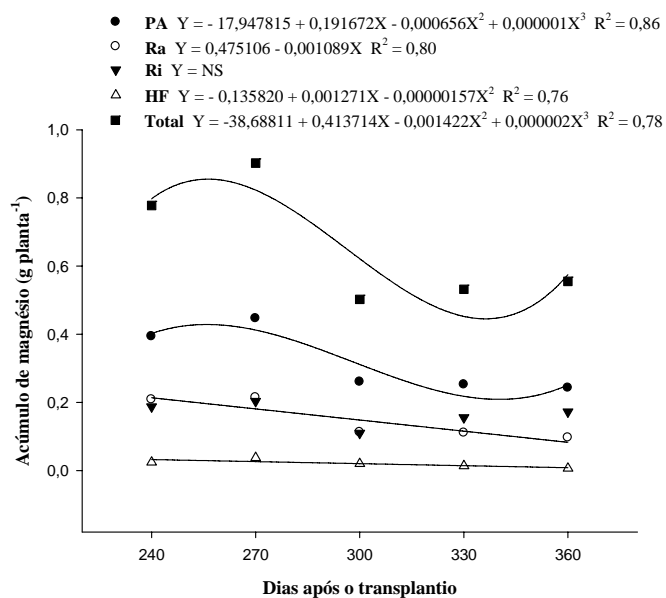


Figura 18 Acúmulo de magnésio ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Carneiro (2009) observou acúmulo crescente de Mg em todas as partes da planta de copo-de-leite até os 210 dias de cultivo. Do mesmo modo como observado por Fonseca (2010) em duas cultivares de *Zantedeschia* sp. e por Carneiro (2009) em copo-de-leite, o Mg foi o macronutriente menos requerido pelas plantas durante todo o período de análise.

Por ser requerido por muitas enzimas para transferência de fosfatos e fazer parte da molécula de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2004), a participação do Mg na parte aérea é mais expressiva do que nos demais órgãos da planta (Tabela 13).

Tabela 13 Distribuição do acúmulo de magnésio em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento.

Dias após o transplântio	Mg Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
240	0,80	50,63	26,76	24,10	3,11
270	0,82	49,47	23,75	22,55	4,18
300	0,62	51,79	22,32	21,89	4,00
330	0,45	47,39	20,81	29,22	2,59
360	0,57	43,71	17,39	31,11	1,12

A curva de acúmulo de S apresentou a mesma tendência da curva da massa seca, com exceção do acúmulo rizoma, que não apresentou diferença em função dos dias (Figura 19).

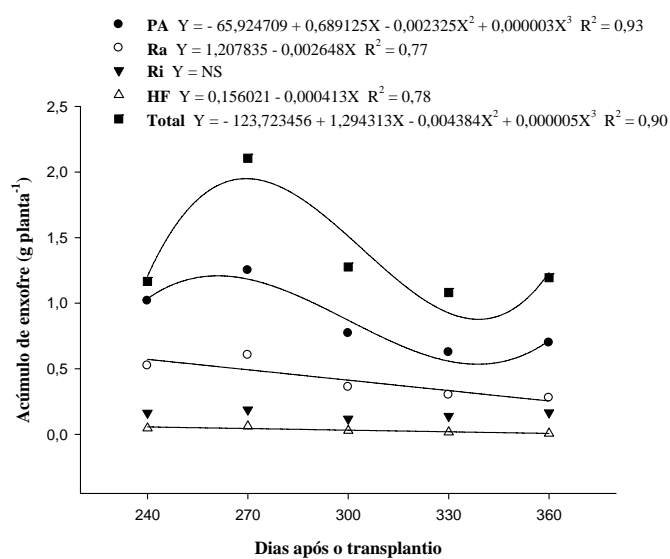


Figura 19 Acúmulo de enxofre (g planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.

Carneiro (2009) observou acúmulo crescente de S em todas as partes da planta de copo-de-leite em fase inicial de cultivo. Segundo Almeida (2007), o S é o elemento que mais compromete a formação de hastes florais em copo-de-leite. Mesmo requerido em baixas concentrações, esse elemento desempenha papel importante como componente de diversos aminoácidos e proteínas, sendo constituinte da molécula de clorofila (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2004). Devido à sua importância nos processos metabólicos realizados nas folhas, acumula-se principalmente na parte aérea (Tabela 14).

Tabela 14 Distribuição do acúmulo de enxofre em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias após o transplântio	S Total (g planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
<b>240</b>	1,70	61,11	31,44	9,81	2,78
<b>270</b>	1,98	59,40	28,70	8,95	2,94
<b>300</b>	1,47	60,30	28,21	9,23	2,25
<b>330</b>	0,95	57,80	27,79	12,86	1,56
<b>360</b>	1,23	50,07	23,28	13,88	0,57

Apesar de não ter havido variação significativa de acúmulo de S no rizoma, a redução desse nutriente nos outros órgãos da planta resultou no aumento da contribuição do rizoma no acúmulo total da planta.

De modo geral, a aproximação da adubação de macronutrientes para a cultura do copo-de-leite no período correspondente à maior demanda nutricional, verificada aos 270 dias, desconsiderando-se perdas para o meio, é obtida dividindo os valores acumulados em toda a planta pelo volume total do vaso.

Assim, a concentração média exigida por dm<sup>3</sup> de substrato é de 440 mg de N, 140 mg de P, 565 mg de K, 140 mg de Ca, 52 mg de Mg e 125 mg de S,

de acordo com a recomendação de Malavolta (1980) para cultivo em vasos, com incremento de Ca. Comparando com os resultados obtidos por Carneiro (2009) aos 210 dias de cultivo, verificou-se que, até os 270 dias, houve aumento da exigência nutricional de todos os macronutrientes, com exceção do cálcio, que apresentou menor exigência nesse período. A maior exigência de nutrientes durante esse período é justificada por ser a época de maior produção floral, quando a planta exige altas concentrações de nutrientes para a formação das hastes.

#### **4.2.3 Teor dos micronutrientes**

A ordem do teor de micronutrientes encontrada em cada parte das plantas de copo-de-leite dos 240 aos 360 dias de cultivo não foi contínua em todo o período de análise, indicando variações nos teores dos micronutrientes em função do estágio fenológico e do órgão analisado.

A parte aérea apresentou a ordem de teor decrescente  $Mn > Zn > Fe > B > Cu$  durante todo o período analisado, e somente os teores de Mn e Zn tiveram diferença significativa em função da época de avaliação (Tabela 15).

Tabela 15 Teores de micronutrientes na parte aérea de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento

<b>Dias após o transplântio</b>	<b>B</b> <sup>(NS)</sup>	<b>Cu</b> <sup>(NS)</sup>	<b>Mn</b> <sup>(1)</sup>	<b>Zn</b> <sup>(2)</sup>	<b>Fe</b> <sup>(NS)</sup>
			<b>mg kg<sup>-1</sup></b>		
<b>240</b>	55,80	8,90	411,69	208,51	129,57
<b>270</b>	59,27	10,37	427,41	208,65	141,32
<b>300</b>	63,45	10,90	398,89	196,16	135,30
<b>330</b>	54,27	9,67	326,13	171,04	138,47
<b>360</b>	63,45	9,10	209,12	133,29	115,90

(1)  $Y = -1307 + 13,060726X - 0,024581X^2$ ;  $R^2 = 0,90$

(2)  $Y = -247,22 + 3,58269X - 0,007016X^2$ ;  $R^2 = 0,98$

(NS) Não significativo

Nas mesmas condições experimentais, Carneiro (2009) sequência igual de teores em plantas de copo-de-leite até os 210 dias de cultivo. Analisando duas cultivares de *Zantedeschia* sp., Fonseca (2010), por sua vez, verificou que a ordem dos micronutrientes nessas plantas foi Fe>Zn>Mn>B>Cu. Já Almeida (2009a) verificou a sequência decrescente de teores Zn>Mn>Fe>B>Cu em copo-de-leite cultivado em solução nutritiva. Essa variação na ordem de Mn e Zn pode estar relacionada com a época do ano em que foram realizadas as avaliações, uma vez que os teores desses nutrientes são próximos.

Conforme Araújo (2008), os teores foliares dos nutrientes variam muito de acordo com as condições edafoclimáticas, manejo da cultura, características da cultivar, métodos de amostragens, idade das plantas, entre outros fatores. Isso justifica as diferenças nos teores encontradas por Almeida (2009a) em cultivo de copo-de-leite em solução nutritiva, em que obteve valores inferiores de B (41,5 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (36,92 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (70,34 mg kg<sup>-1</sup>).

Analisando o rizoma, observou-se variação nos teores de Mn, Zn e Fe, alterando a ordem em que esses nutrientes se apresentaram no órgão. Nos teores de B e Cu, a diferença não foi significativa (Tabela 16).

Tabela 16 Teores de micronutrientes no rizoma de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento

Dias após o transplântio	B <sup>(NS)</sup>	Cu <sup>(NS)</sup>	Mn <sup>(1)</sup>	Zn <sup>(2)</sup>	Fe <sup>(3)</sup>
	mg kg <sup>-1</sup>				
<b>240</b>	19,85	12,95	202,53	182,68	195,17
<b>270</b>	22,37	15,67	178,41	176,05	188,15
<b>300</b>	19,57	16,20	154,28	169,41	181,13
<b>330</b>	19,37	13,85	130,16	162,78	174,11
<b>360</b>	16,15	13,42	106,03	156,14	167,09

(1)  $Y = 89,285 + 1,279167X - 0,003472X^2$ ;  $R^2 = 0,97$

(2)  $Y = 40,465 + 1,107405X - 0,002214X^2$ ;  $R^2 = 0,84$

(3)  $Y = -306,57 + 3,561238X - 0,006325X^2$ ;  $R^2 = 0,61$

(NS) Não significativo

Dos 240 aos 270 dias de cultivo, a ordem decrescente dos teores no rizoma foi Mn>Fe>Zn>B>Cu, e a partir dos 300 dias foi Fe>Zn>Mn>B>Cu. Fernandes (2010) encontrou maior teor de B (8,98 mg kg<sup>-1</sup>) e menores de Cu (5,24 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (72,46 mg kg<sup>-1</sup>), Zn (115,66 mg kg<sup>-1</sup>) e Fe (83,69 mg kg<sup>-1</sup>) em rizomas de copo-de-leite cultivados em solução nutritiva. As diferenças podem ser atribuídas às condições de cultivo e à idade das plantas.

A sequência dos teores de micronutrientes encontrada nas hastes florais de copo-de-leite seguiu o mesmo padrão da parte aérea até os 300 dias de cultivo, sendo, em ordem decrescente, Mn>Zn>Fe>B>Cu. A partir de 330 dias de cultivo, a sequência verificada foi Zn>Fe>Mn>B>Cu. Os teores de Cu e Fe não apresentaram diferença significativa nas inflorescências, e os teores de Mn e Zn foram mais elevados aos 270 dias, época de maior produção de inflorescências (Tabela 17).



Tabela 17 Teores de micronutrientes nas hastes florais de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento

Dias após o transplântio	B <sup>(1)</sup>	Cu <sup>(NS)</sup>	Mn <sup>(2)</sup>	Zn <sup>(3)</sup>	Fe <sup>(NS)</sup>
	mg kg <sup>-1</sup>				
<b>240</b>	66,67	12,45	214,22	139,12	79,92
<b>270</b>	85,46	15,70	175,92	129,18	78,57
<b>300</b>	90,76	16,32	137,62	119,24	80,00
<b>330</b>	82,57	13,85	99,32	109,30	74,17
<b>360</b>	60,88	13,37	61,01	99,35	73,67

(1)  $Y = -569,43 + 4,449452X - 0,007496X^2$ ;  $R^2 = 0,77$

(2)  $Y = 520,645 - 1,27675X$ ;  $R^2 = 0,68$

(3)  $Y = 218,665 - 0,331417X$ ;  $R^2 = 0,87$

(NS) Não significativo

Comparados aos 240 dias de cultivo, Fernandes (2010) obteve, aos 180 dias em solução nutritiva, nas hastes florais, menores teores de B (41,56 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (111,83 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (87,52 mg kg<sup>-1</sup>) e teores semelhantes de Fe (83,63 mg kg<sup>-1</sup>) e Cu (10,85 mg kg<sup>-1</sup>). Os diversos sistemas de cultivo e a diferença de idade das plantas provavelmente foram as causas das variações verificadas.

Nas raízes, a exigência dos micronutrientes seguiu a ordem decrescente Fe>Zn>Mn>B>Cu até os 270 dias de cultivo. A partir dos 300 dias, a sequência verificada foi Fe>Zn>B>Mn>Cu. Os teores de Cu e Fe não foram alterados significativamente nas raízes durante o período de avaliação. Os teores de B e Cu nas raízes foram semelhantes aos encontrados por Fernandes (2010) em cultivo em solução nutritiva, entretanto essa mesma autora verificou teor superior de Fe (577,60 mg kg<sup>-1</sup>) e inferior de Mn (29,40 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (56,09 mg kg<sup>-1</sup>). Os teores são apresentados na tabela 18.

Tabela 18 Teores de micronutrientes nas raízes de copo-de-leite em função das diferentes épocas de desenvolvimento

Dias após o transplântio	B <sup>(1)</sup>	Cu <sup>(NS)</sup>	Mn <sup>(2)</sup>	Zn <sup>(3)</sup>	Fe <sup>(NS)</sup>
	mg kg <sup>-1</sup>				
<b>240</b>	60,06	24,92	86,53	146,72	217,35
<b>270</b>	68,63	23,92	72,45	132,73	239,45
<b>300</b>	68,48	23,17	58,37	118,73	301,15
<b>330</b>	59,61	17,75	44,29	104,74	227,05
<b>360</b>	42,02	16,60	30,21	90,75	238,52

(1)  $Y = -322,49 + 2,75681X - 0,004845X^2$ ;  $R^2 = 0,83$

(2)  $Y = 199,17 - 0,469333X$ ;  $R^2 = 0,91$

(3)  $Y = 258,66 - 0,466417X$ ;  $R^2 = 0,96$

(NS) Não significativo

#### 4.2.4 Acúmulo dos micronutrientes

O acúmulo de micronutrientes nas plantas de copo-de-leite seguiu, até os 330 dias de cultivo, a mesma sequência dos teores na parte aérea, sendo em ordem decrescente: Mn>Zn>Fe>B>Cu. No entanto, aos 360 dias a sequência verificada foi Mn>Fe>Zn>B>Cu, conforme mostrado na Figura 20. Os valores acumulados de Fe e Zn são muito próximos, e o declínio da curva de acúmulo mais acentuado do zinco justifica a alteração da sequência de acúmulo de micronutrientes ao final dos 360 dias.

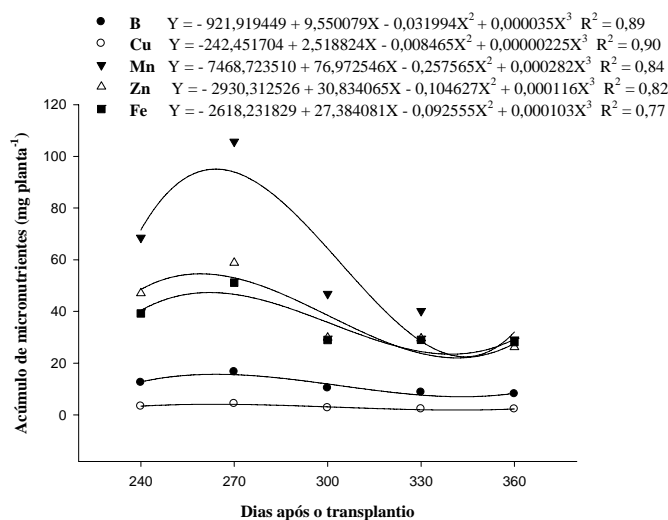


Figura 20 Acúmulo de micronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Carneiro (2009) constatou a sequência de acúmulo  $\text{Zn} > \text{Mn} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Cu}$  em copo-de-leite aos 210 dias de cultivo. A maior exigência de Mn observada pode estar relacionada ao aumento da área foliar verificado neste trabalho, uma vez que o Mn é constituinte da molécula de clorofila (FAQUIN, 2005).

O acúmulo de B foi máximo na parte aérea aos 270 dias e decrescente nas raízes durante o período de avaliação, ocorrendo valores máximos de 10,01 e 3,39  $\text{mg planta}^{-1}$ , respectivamente. Nas hastes florais o acúmulo máximo de 1,07  $\text{mg planta}^{-1}$  ocorreu aos 270 dias, e no rizoma não houve diferença no acúmulo desse elemento (Figura 21).

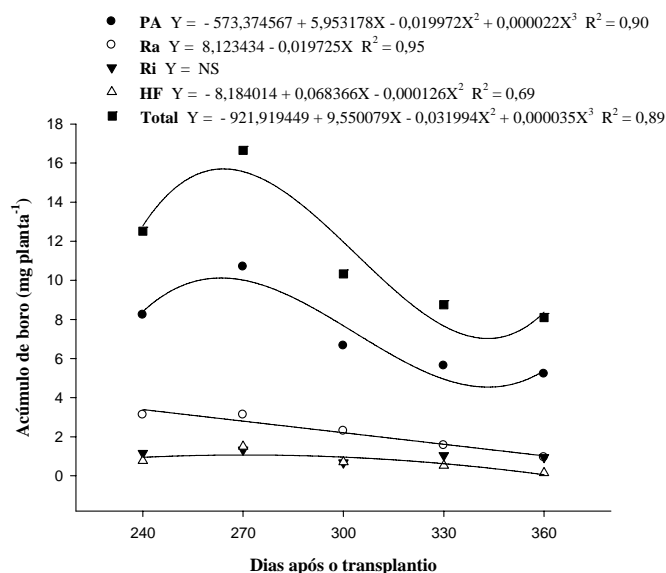


Figura 21 Acúmulo de boro ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Carneiro (2009) verificou que o acúmulo máximo de B ( $4,52 \text{ mg planta}^{-1}$ ) ocorreu aos 210 dias de cultivo, sendo crescente em todo o período inicial de desenvolvimento do copo-de-leite. Essa diferença pode estar relacionada com a idade da planta, pois, por ter a mobilidade no floema muito limitada, o B não é redistribuído nas plantas para suprir necessidades de crescimento, sendo acumulado em folhas mais velhas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006; MALAVOLTA, 2006). A diminuição do acúmulo ao longo do período de avaliação está relacionada à perda de massa seca da planta. Souza et al. (2010), estudando doses de B em copo-de-leite cultivado em solução nutritiva, observou que esse elemento não afetou a massa seca da parte aérea e dos rizomas das plantas, proporcionando maior desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, segundo essa autora, a parte aérea apresentou o maior acúmulo de boro em comparação com os demais órgãos da planta.

Por estar envolvido em uma série de processos fisiológicos nas plantas, como estruturação da parede celular, metabolismo e transporte de carboidratos, metabolismo de ácido indolacético, metabolismo fenólico, metabolismo de RNA, metabolismo de ascorbato, respiração, divisão celular, síntese e estruturação de células-guarda (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 1995; PEGORARO et al., 2008), a parte aérea foi responsável por cerca de 64% do boro na planta (Tabela 19).

Tabela 19 Distribuição do acúmulo de boro em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias	Total B (mg planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	-----%-----		
			Raiz	Rizoma	Haste floral
<b>240</b>	12,78	65,76	24,90	9,25	6,19
<b>270</b>	15,56	64,23	18,75	7,97	9,00
<b>300</b>	11,96	63,43	22,23	6,51	6,82
<b>330</b>	7,67	64,31	17,76	11,93	6,01
<b>360</b>	8,37	64,33	11,62	11,67	1,82

O Mn foi o micronutriente mais abundante nas plantas de copo-de-leite, diferente do verificado por Carneiro (2009) até os 210 dias de cultivo e por Fonseca (2010) em *Zantedeschia* sp. cv 'Black Magic' e cv 'Chianti', plantas em que esse elemento foi o segundo menos requerido. Carneiro (2009) verificou acúmulo crescente de Mn em todos os órgãos da planta até os 210 dias de cultivo. A máxima absorção de Mn na parte aérea foi verificada aos 270 dias, totalizando 76,29 mg planta<sup>-1</sup>. Nas raízes, no rizoma e nas hastes florais, a absorção máxima ocorreu aos 240 dias, sendo 4,31 mg planta<sup>-1</sup>, 12,15 mg planta<sup>-1</sup> e 3,21 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 22).

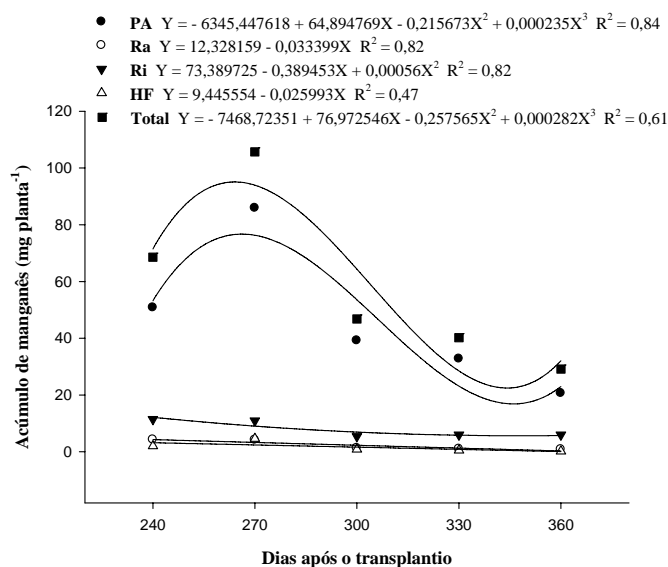


Figura 22 Acúmulo de manganês ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

Carneiro (2009) observou que, aos 210 dias de cultivo, a parte aérea foi responsável por 62% da distribuição de Mn na planta, sendo o restante distribuído em 20% no rizoma, 5,9% nas raízes e 12% na haste floral. Essa distribuição verificada é apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 Distribuição do acúmulo de manganês em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias	Total Mn ( $\text{mg planta}^{-1}$ )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
240	71,48	74,10	6,19	16,74	2,99
270	93,94	81,30	3,97	10,39	4,35
300	64,36	83,75	2,76	11,61	1,88
330	28,50	81,42	2,45	14,83	1,30
360	32,09	70,67	2,86	20,43	0,65

Assim como observado em duas cultivares de *Zantedeschia* sp. (FONSECA, 2010) e em copo-de-leite em fase inicial de cultivo (CARNEIRO, 2009), o Cu foi o micronutriente de menor acúmulo na planta, e apresentou diferença significativa em relação aos dias apenas na parte aérea e nas raízes, obtendo valores muito próximos nesses órgãos, assim como verificado por Carneiro (2009) (Figura 23).

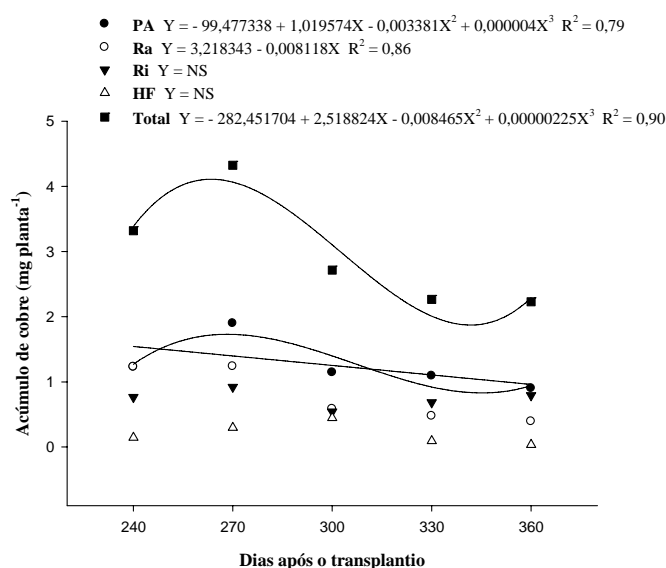


Figura 23 Acúmulo de cobre (mg planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

O acúmulo de Cu na parte aérea foi máximo aos 270 dias de cultivo, quando apresentou 1,71 mg planta<sup>-1</sup>. Nas raízes, o acúmulo desse elemento variou de 1,27 a 0,29 mg planta<sup>-1</sup>, dos 240 aos 360 dias. Aos 210 dias, Carneiro (2009) encontrou acúmulos de 0,40 e 0,43 mg kg<sup>-1</sup> na parte aérea e raiz, respectivamente. Esse resultado indica que houve incremento no acúmulo de Cu no período de maior florescimento em relação ao período de avaliação por essa autora.

O Cu está relacionado a funções estruturais e enzimáticas na planta. Participa do fluxo de elétrons na fotossíntese e ativa a carboxilase de ribulose difosfato, responsável pela entrada do CO<sub>2</sub> em compostos orgânicos (MALAVOLTA, 2006). Entretanto, segundo Marchal e Martin-Prével (1971), o excesso desse elemento reduz o desenvolvimento das plantas. A distribuição do Cu nos diferentes órgãos da planta está indicada na Tabela 21.

Tabela 21 Distribuição do acúmulo de cobre em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias	Total Cu (mg planta <sup>-1</sup> )	-----%-----			
		Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
<b>240</b>	3,38	38,22	37,01	23,05	4,38
<b>270</b>	4,06	43,24	28,61	21,30	6,84
<b>300</b>	3,10	42,16	21,46	19,96	16,43
<b>330</b>	2,01	48,10	20,94	30,22	4,15
<b>360</b>	2,29	40,47	17,61	35,62	1,59

O acúmulo total de Zn na planta foi de 53,02 mg planta<sup>-1</sup> aos 270 dias de cultivo, superior ao de 21,52 mg planta<sup>-1</sup> verificado por Carneiro (2009) aos 210 dias. Na parte aérea, o acúmulo máximo de Zn foi verificado aos 270 dias de cultivo, 34,74 mg planta<sup>-1</sup>. O acúmulo verificado nas raízes e hastes florais de copo-de-leite foi decrescente, sendo os valores máximos, 7,88 mg planta<sup>-1</sup> e 2,15 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, observados aos 240 dias. No rizoma, esse elemento apresentou maior acúmulo aos 240 dias, sendo 11,35 mg planta<sup>-1</sup>, e redução até os 300 dias de cultivo, voltando a apresentar incremento de Zn dos 330 aos 360 dias (Figura 24).



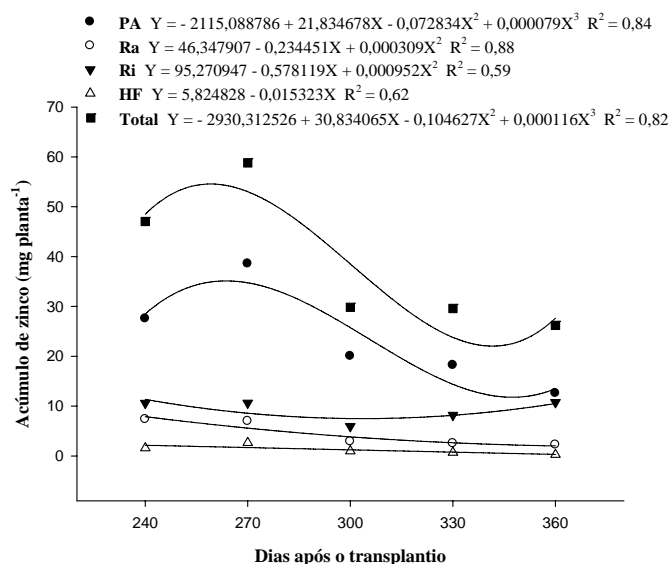


Figura 24 Acúmulo de zinco ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.

Esse gráfico indica que houve mobilização de Zn do rizoma para atender às necessidades reprodutivas da planta, voltando a acumular esse elemento após o pico de floração. Carneiro (2009) observou acúmulo crescente de Zn no até os 210 dias de cultivo, atingindo o valor de  $6,66 \text{ mg planta}^{-1}$ . Ainda, segundo Malavolta (2006), a temperatura do ambiente pode influenciar a disponibilidade e absorção de Zn pelas plantas, por isso são comuns diferenças no acúmulo desse nutriente, que deve estar entre  $20$  e  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de massa seca para que não ocorra deficiência (FURLANI; FURLANI, 1996). Diante disso, a redução do acúmulo de Zn observada pode ter sido influenciada pelo aumento da temperatura média ao longo do período das avaliações.

Nas plantas, o Zn está relacionado a fotossíntese, respiração, síntese de produtos e controle hormonal (MALAVOLTA, 2006) e se localiza principalmente na parte aérea, porém essa distribuição se assemelha ao acúmulo no rizoma aos 360 dias (Tabela 22).

Tabela 22 Distribuição do acúmulo de zinco em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias	Total Zn (mg planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
<b>240</b>	48,49	58,52	15,62	22,50	3,36
<b>270</b>	53,02	65,57	11,87	18,08	4,48
<b>300</b>	38,52	67,07	9,69	19,95	3,29
<b>330</b>	23,79	61,56	8,51	27,65	2,30
<b>360</b>	27,64	47,97	8,55	41,11	0,99

O acúmulo total máximo de Fe na planta foi de 46,36 mg planta<sup>-1</sup>, verificado aos 270 dias. O mesmo ocorreu na parte aérea, onde o acúmulo máximo foi de 21,23 mg planta<sup>-1</sup>. No rizoma, o acúmulo máximo de 11,77 mg planta<sup>-1</sup> ocorreu aos 240 dias, apresentando redução até os 300 dias, seguida de incremento no acúmulo de Fe nesse órgão até os 360 dias de cultivo (Figura 25).

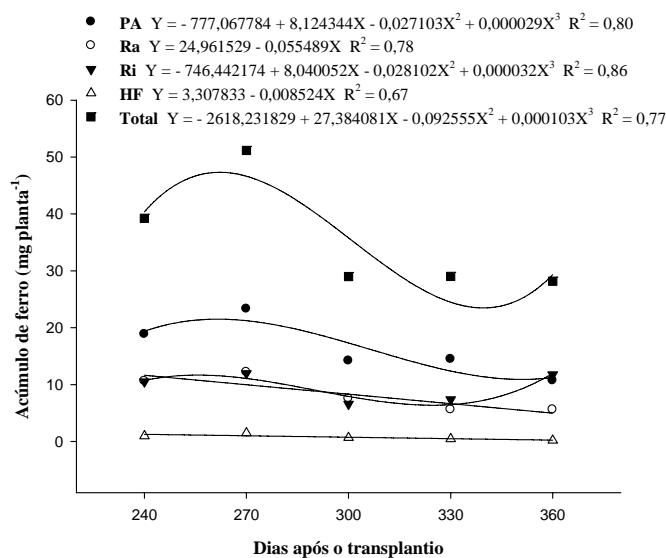


Figura 25 Acúmulo de ferro (mg planta<sup>-1</sup>) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio.

O comportamento do acúmulo de Fe verificado no rizoma indica que ocorreu mobilização do elemento neste órgão para atender as necessidades do florescimento. Após o período de maior produção floral, o Fe voltou a ser acumulado no rizoma.

O Fe faz parte da constituição dos citocromos e ferro-proteínas envolvidas na fotossíntese e respiração (TAIZ; ZEIGER, 2004), por isso seu acúmulo na planta está relacionado à parte aérea, como verificado na Tabela 23.

Tabela 23 Distribuição do acúmulo de ferro em plantas de copo-de-leite em função do período de desenvolvimento

Dias	Total Fe (mg planta <sup>-1</sup> )	Parte aérea	Raiz	Rizoma	Haste floral
		-----%-----			
240	40,38	48,03	27,05	26,75	2,44
270	46,63	45,59	23,85	23,40	2,89
300	35,80	48,91	26,03	22,74	2,33
330	24,49	49,92	19,34	25,39	1,56
360	29,32	38,05	19,84	41,67	0,68

De modo geral, a estimativa da adubação com micronutrientes para a cultura do copo-de-leite aos 270 dias de cultivo, desconsiderando as perdas para o meio, é feita dividindo-se os valores acumulados de cada elemento pelo volume do vaso utilizado (16 dm<sup>3</sup>). Assim, será necessária a concentração média por dm<sup>3</sup> de substrato de 1,1 mg dm<sup>3</sup> de B; 0,3 mg dm<sup>3</sup> de Cu; 6,7 mg dm<sup>3</sup> de Mn; 3,7 mg dm<sup>3</sup> de Zn; e 3,2 mg dm<sup>3</sup> de Fe, de acordo com a recomendação básica para vasos descrita por Malavolta (1980).

Comparando esses resultados com os encontrados por Carneiro (2009) aos 210 dias de cultivo, observou-se que, até 270 dias, houve aumento da exigência de todos os micronutrientes pelas plantas de copo-de-leite.

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

- O copo-de-leite apresenta estabilização do crescimento ao iniciar o período de florescimento e em baixas temperaturas.

- O copo-de-leite apresenta florescimento mais intenso durante o mês de agosto, coincidindo com o período de temperaturas amenas, sendo a média mensal igual a 17,6 °C.
- As flores produzidas em temperaturas mais baixas apresentam melhor qualidade, comparando-as com as produzidas em temperaturas elevadas.
- A composição mineral de todas as partes da planta foi influenciada pelo tempo, e o maior acúmulo de nutrientes ocorreu aos 270 dias, equivalentes ao mês de agosto.
- A planta é mais exigente em nutrientes na época de maior produção floral, verificada no mês de agosto, enquanto as maiores inflorescências são produzidas nos meses de junho e julho, portanto antes do pico do florescimento.
- O acúmulo de macronutrientes no período de florescimento seguiu a ordem decrescente K>N>Ca>P>S>Mg e o de micronutrientes, Mn>Zn>Fe>B>Cu.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ser uma espécie perene, o copo-de-leite apresenta semelhanças de comportamento com as espécies anuais do mesmo gênero, quanto às exigências nutricionais e ao declínio da cultura após a fase produtiva, sendo bastante responsivo às condições ambientais, principalmente à temperatura. A fase reprodutiva da planta exige grande demanda de nutrientes e eficiente distribuição deles pelas estruturas, como rizoma e folhas senescentes.

Complementando o trabalho de Carneiro (2009), que obteve as curvas de acúmulo de nutrientes durante a fase inicial de cultivo de copo-de-leite, os resultados deste trabalho servem de orientação para o fornecimento de nutrientes

na época adequada, a fim de suprir as necessidades da planta no pico de produção floral. Todavia, estudos específicos sobre as dosagens de cada um dos nutrientes são necessários para melhor aproveitamento do potencial do copo-de-leite.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. A. et al. Efeito do silício no desenvolvimento e na nutrição mineral de copo-de-leite. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 103-113, 2009a.

ALMEIDA, E. F. A. et al. Produção de flores e plantas ornamentais: como começar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 7-15, mar./abr. 2009b.

ALMEIDA, E. F. A. **Nutrição mineral em plantas de copo-de-leite: deficiência de nutrientes e adubação silicatada**. 2007. 109 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, P. D. O. **Floricultura 2: cultivo de copo-de-leite**. Lavras: UFLA, 2004. 28 p. Texto acadêmico.

ANEFALOS, L. C.; TOMBOLATO, A. F. C.; RICORDI, A. Panorama atual e perspectivas futuras da cadeia produtiva de flores tropicais: o caso do antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 107-111, 2010.

ARAÚJO, J. P. C. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa sp.* AAA) “Grande Naine” no primeiro ciclo de produção**. 2008. 80 p. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

BACKES, F. A. A. L. et al. Concentração e conteúdo de nutrientes em lisiantus, cultivado em hidroponia, em sistema NFT. **Acta Scientarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 495-500, dez. 2008.

BLANCHAR, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 29, n. 1, p. 71-72, Jan./Feb. 1965.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 21, n. 113, p. 73-85, jan./fev. 1974.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1982. v. 2, p. 595-624.

BRICKELL, C.; ZUK, J.; ZUK, J. D. (Ed.). **A - Z encyclopedia of garden plants**. Alexandria: American Horticultural Society, 1996. 576 p.

CABRERA, R. I. Rose yield, dry matter partitioning and nutrient status responses to rootstock selection. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 95, n. 1/2, p. 75-83, Aug. 2002.

CAMARGO, M. S. et al. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Aster ericoides* cultivado em solo sob estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 271-274, 2005.

CAMARGO, M. S. et al. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 143- 146, jan./mar. 2004.

CAMARGO, M. S. **Nutrição e adubação de *Aster ericoides* (White Máster) influenciando a produção, qualidade e longevidade**. 2001. 107 f. Tese



(Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

CARNEIRO, D. N. M. **Acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase inicial de cultivo**. 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CARNEIRO, D. N. M. et al. Desenvolvimento e acúmulo de massa seca em copo-de-leite em fase inicial de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2011. No prelo.

CLEMENS, J. et al. Mineral nutrition of *Zantedeschia* plants affects plant survival, tuber yield and flowering upon replanting. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 73, n. 6, p. 755-762, Nov. 1998.

COELHO, A. M. et al. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24 p. (Arquivo do agrônomo, 14).

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

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DEVECCHI, M.; REMOTTI, D. Influence of fertilization on vegetative growth and flowering of the calla (*Zantedeschia aethiopica* Spreng.). **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 614, p. 541-545, 2003.

DUFOR, L.; GUÉRIN, V. Nutrient solutions effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, p. 269-285, 2005.

DUTRA, A. V. **Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares ‘Vegas’ e ‘Tineke’**. 2009. 94 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 183 p.

FERNANDES, K. D. **Nutrição mineral e índices biométricos de copo-de-leite cultivado sob deficiência múltipla de nitrogênio e fósforo**. 2010. 114 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007.

FONSECA, A. S. **Absorção de nutrientes em duas cultivares de copo-de-leite colorido (*Zantedeschia sp.*) sob fertirrigação**. 2010. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p.

FRAZÃO, J. E. M. et al. Deficiência nutricional em bastão do imperador (*Etilingera elatior* (Jack) R. M. Smith): efeito na produção de matéria seca e índices biométricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 294-299, 2010.

FUNNELL, K. et al. Leaf mass partitioning as a determinant of dry matter accumulation in *Zantedeschia*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 6, n. 123, p. 973-979, 1998.

FUNNELL, K. Zantedeschia. In: HERTOOGH, A. de; LE NARD, M. (Ed.). **Physiology of flowering bulbs**. Amsterdam: Elsevier, 1993. p. 683-704.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R. Resposta de cultivares de milho a zinco em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 365-369, dez. 1996.

HERTOOGH, A. A. de. Z. In: BALL, V. (Ed.). **Ball RedBook**. Batavia: Ball, 1998. p. 782-785.

JUNQUEIRA, H. A.; PEETZ, M. S. Análise conjuntural do comércio exterior da floricultura brasileira. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 79-81, 2010.

JUNQUEIRA, H. A.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância sócio-econômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008.

LACOEUILHE, J. J. Rythm d'absortion du potassium emrelation avec la croissance: cãs de l'ananas e du bananier. In: INSTITUTO INTERNACIONAL DA POTASSA. **Potassium in tropical crops and soil**. Berne, 1974. p. 177-183.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Agronegócio da floricultura brasileira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 4, p. 253-261, out./dez. 2009a.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, 2009b.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 281 p.

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

MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. **Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo**: métodos de vegetação e diagnose por subtração em vasos. Piracicaba: CENA/USP, 1985. 7 p. Mimeografado.

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

MARCHAL, J.; MARTIN-PRÉVEL, P. Les oligo elements Cu, Fe, Mn, Zn dans le bananier; niveaux foliaires et bilans. **Fruits**, Paris, v. 26, n. 7/8, p. 483-500, 1971.

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

MATEUS, C. M. D. **Crescimento e absorção de nutrientes pelo Amarílis (*Hippeastrum X hybridum* Hort.)**. 2008. 85 p. Tese (Mestrado em Agronomia)– Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

MOTA, P. R. D. et al. Acúmulo de N, P e K em plantas de crisântemo fertirrigadas com níveis de condutividade elétrica. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Viçosa, MG: ABID, 2005. 1 CD-ROM.

NELL, T. A.; BARRET, J. E.; LEONARD, R. T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v. 32, p. 817-819, 1997.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants**. Portland: Timber, 1990. 210 p.

ORBES, M. Y. **Marcha de absorção de nutrientes, produção e qualidade de hastes florais de plantas de tango (*Solidago canadensis* L.)**. 2008. 87 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

ORTEGA, B. R.; CORREA, B. M.; OLATC, M. E. Determinación de lãs curvas de acumulación de nutrientes em três cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. **Agrociencia**, Pelotas, v. 40, n. 1, p. 77-88, 2006.

PEGORARO, R. F. et al. Crescimento de soja em resposta a doses de boro, calagem e textura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1092-1098, 2008.

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

PRICE, G. H.; CRESSWELL, G. C.; HANDRECK, K. A. Ornamentals. In: REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Collingwood: Csiro, 1997. p. 467-502.

SALINGER, J. P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. 371 p.

SCAGEL, C. F.; SCHREINER, R. P. Phosphorus supply alters tuber composition, flower production, and mycorrhizal responsiveness of container-grown hybrid *Zantedeschia*. **Plant and Soil**, The Hague, v. 283, n. 1/2, p. 323-337, May 2006.

SMORIGO, J. N. Os sistemas de distribuição de flores e plantas ornamentais: uma aplicação da economia dos custos de transação. In: **WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE SISTEMAS AGROALIMENTARES, 2.**, 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1999. p. 282-292.

SOUZA, R. R. et al. Doses de boro no desenvolvimento de copo-de-leite em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1396-1403, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

THOMAS, L. D.; NEGRELLE, R. R. B. **A cadeia produtiva da floricultura no estado do Espírito Santo**. Vitória: SEBRAE, 2007. 42 p.

TJIA, B. O. **Zantedeschia**. In: HANDBOOK of flowering. Boca Raton: CRC, 1989. v. 6.

VARGAS, P. A.; TEJOS, D. P. Producción de matéria seca y absorción de nitrógeno del cultivo de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). **Agrociencia**, [S.l.], v. 42, p. 37-45, 2008.

VIEIRA, A. A.; SAMPAIO, G. R.; SAMPAIO, Y. S. B. **Floricultura em Pernambuco: perspectivas de crescimento para 2020**. 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1173.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

VIEIRA, N. M. B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS-MG, Talismã e Ouro Negro, em plantio direto e convencional**. 2006. 145 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ZAROSKI, R. J.; BURAU, R. G. A rapid nitric-perchloric acid digestion method for mult-element tissue analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 5, p. 425-436, 1977.