

DANIELLA NOGUEIRA MORAES CARNEIRO

**ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COPO-DE-LEITE EM FASE
INICIAL DE CULTIVO**

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

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

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

Carneiro, Daniella Nogueira Moraes.

Acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase inicial de cultivo / Daniella Nogueira Moraes Carneiro. – Lavras : UFLA, 2009.

53 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

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

CDD – 635.93464
635.977464

DANIELLA NOGUEIRA MORAES CARNEIRO

**ACÚMULO DE NUTRIENTES EM COPO-DE-LEITE EM FASE
INICIAL DE CULTIVO**

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

APROVADA em 31 de julho de 2009

Pesq. Dr^a. Elka Fabiana Aparecida Almeida

EPAMIG

Prof. Dr. Paulo Roberto Corrêa Landgraf

UNIFENAS

Prof^a. Dr^a. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Ao meu querido Jesus, pois sua presença é meu maior valor.

OFEREÇO

*Ao meu esposo Leandro
À minha mãe Luciana e ao meu pai Alessandro.*

DEDICO

AMO VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu imensurável amor, pela sua presença em minha vida, que me sustentou e permitiu vencer todos os obstáculos e realizar mais um sonho.

Ao Leandro, meu esposo, por todo seu amor, amizade, respeito, confiança e companheirismo.

Aos meus pais Alessandro e Luciana que me ensinaram o caminho que devo andar. Pelo amor incondicional, incessante incentivo, apoio, orientação e confiança, sempre me fornecendo forças para concretizar meus objetivos.

À minha avó Lourdes, pelo exemplo de força e alegria e porque nunca exitou em se doar pela nossa família.

Aos meus irmãos, Juninho, Aramis e Ayla pelos momentos de descontração, carinho e pela motivação que me proporcionam.

A todos os meus familiares que mesmo estando longe ou perto, torcem pelo meu sucesso.

À professora Dr^a Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, pelo seu exemplo de pessoa, pesquisadora e professora que com sua paciência me orientou desde a iniciação científica, em especial pelo apoio, confiança, conselhos e incentivos em todos os momentos.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e a FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa, no qual este experimento está incluído.

Ao Departamento de Ciências dos Solos pela concessão dos laboratórios e, em especial, ao professor Dr. Valdemar Faquin e professora Dra. Janice Guedes de Carvalho, pelos esclarecimentos e empréstimo de materiais.

À Epamig pela concessão da casa-de-vegetação para a realização dos experimentos e, em especial, à pesquisadora Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida, pela co-orientação, acolhida e amizade.

Aos funcionários e bolsistas da Epamig, Fazenda Risoleta Neves em São João Del Rei que me ajudaram durante a realização dos experimentos: Jussara, Fernanda Helena, Cristiane, Ângela, Simone e Lívia.

Aos amigos, Pr. Paulo e Pra. Noélia, Reginaldo e Ethel, Lucas e Fabrícia, Joel e Ruth, Vinícius e Nathiara, Zé Carlos e Adriana, Wagner e Patrícia, pelas orações, amizade e momentos agradáveis que passamos juntos.

Ao Paulo Roberto Correa Landgraf, que me ajudou a descobrir o que eu mais amo fazer, apresentou-me ao setor de floricultura e paisagismo, no início da graduação.

As minhas amigas Dalíhcia, Vitória e Maria Inêz, pelo carinho e momentos agradáveis.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Floricultura e Paisagismo, presentes e aos que já passaram por aqui, pelas trocas de experiências. Em especial a Roseane, Katiúscia, Schirley, Karina, Juliana, Aiesca e Madeleine pelo companheirismo e auxílio na condução dos experimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho.

BIOGRAFIA

DANIELLA NOGUEIRA MORAES CARNEIRO, filha de Alessandro Márcio Figueiredo de Moraes e Luciana Maria Fraga Nogueira, nascida em 18 de maio de 1983, na cidade de Olinda, estado de Pernambuco.

Cursou o ensino fundamental no Colégio Santa Catarina em Recife-PE, Escola Municipal Pio X em São Gotardo-MG e Colégio Dimensão da Rede Pitágoras em São Gotardo-MG, de 1990 a 1997. Realizou o ensino médio no Colégio Dimensão da Rede Pitágoras e no Colégio Gama Sartre, ambos em São Gotardo-MG de 1998 a 2000.

Em março de 2003 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras, graduando-se em janeiro de 2008. Ao iniciar o curso de graduação em Agronomia no primeiro semestre de 2003 começou a trabalhar no setor de Floricultura e Paisagismo do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, foi aluna de iniciação científica, sob a orientação da professora Dr^a Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, de 2004 a 2008, sendo bolsista do “Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIICT/FAPEMIG”. Neste período, desenvolveu diversos trabalhos, participou em dois projetos de pesquisa, condução de experimentos no viveiro de plantas ornamentais e no laboratório de cultura de tecidos com espécies ornamentais (Antúrio, Bromélias, Cacto Azul, Calanchoe, Callas, Copo-de-leite, Gérbera e Ornithogalo); além da participação em congressos, redação de artigos científicos, resumos; apresentação de trabalhos científicos em congressos. Também participou de comissões organizadoras de congressos, simpósios, cursos e da ministração de cursos.

Em abril de 2003, se tornou integrante do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura (NEPAFLOR) no qual desenvolveu as funções de membro, secretária, tesoureira e vice-presidente, e do qual atualmente, é presidente.

Realizou diversos estágios: na empresa Terra viva - Faz. Chapadão das Emas localizada no município de Tapira-MG. Fazenda Porteira de Ferro, localizada no município de Mata Redonda-PB, Floricultura As Estações, localizada no município de Lavras-MG, no Laboratório de cultura de tecidos de plantas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras e no Viveiro de Plantas Ornamentais do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

Ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, em março de 2008, concluindo-o em julho de 2009.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 Floricultura.....	2
2.2 Copo-de-leite.....	3
2.3 Nutrição Mineral de plantas.....	4
2.4 Adubação.....	5
2.5 Acúmulo de nutrientes.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Local.....	8
3.2 Implantação e condução do experimento.....	8
3.3 Tratamentos.....	10
3.4 Delineamento estatístico.....	10
3.5 Avaliações.....	10
3.5.1 Avaliações dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento.....	11
3.5.2 Análises químicas.....	11
3.6 Análises estatísticas.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento.....	13
4.1.1 Crescimento.....	13
4.1.2 Florescimento.....	24

4.2 Teor e acúmulo de nutrientes.....	28
4.2.1 Teor dos macronutrientes na folhas.....	28
4.2.2 Acúmulo dos macronutrientes.....	29
4.2.3 Teor dos micronutrientes na folhas.....	37
4.2.4 Acúmulo dos micronutrientes.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6 CONCLUSÕES.....	47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Teores dos nutrientes no substrato fibra de coco Golden Mix [®] do tipo granulado com a formulação PM (Plug-Mix) número 11.....	9
2	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 diferentes épocas de amostragem.....	23
3	Número médio de hastes florais por planta em intervalos e acumulado por planta, em função das diferentes épocas de amostragem.....	24
4	Teor de macronutrientes na parte aérea de plantas de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.....	29
5	Acúmulo de macronutrientes em plantas de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.....	30
6	Teores de micronutrientes na parte aérea de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.....	37
7	Acúmulo de micronutrientes em plantas de copo-de-leite em função dos dias de cultivo.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Altura média das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	13
2	Diâmetro do colo das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	14
3	Número médio de folhas total em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	15
4	Comprimento (C.F.) e Largura das folhas (L.F.) das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	16
5	Número médio de brotos formados em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	17
6	Altura do maior broto em plantas de copo-de-leite em função de dias após o transplântio.....	18
7	Número médio de folhas do maior broto de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	19
8	Diâmetro médio do colo do maior broto em função dos dias após o transplântio.....	20
9	Comprimento (CR) e diâmetro (DR) dos rizomas em função dos dias após o transplântio.....	21
10	Produção de massa seca da parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total) de copo-de-leite, em função dos dias após o transplântio.....	22
11	Comprimento (CE) e largura (LE) das espatas em função dos dias após o transplântio.....	25

12	Comprimento da haste floral (A) e diâmetro da haste floral (B) em função dos dias após o transplântio.....	26
13	Massa fresca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	27
14	Massa seca da haste floral, por planta, de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.....	28
15	Acúmulo de nitrogênio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	31
16	Acúmulo de fósforo (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	32
17	Acúmulo de potássio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	33
18	Acúmulo de cálcio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	34
19	Acúmulo de magnésio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	35
20	Acúmulo de enxofre (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	36

21	Acúmulo de cobre (mg planta ⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	40
22	Acúmulo de ferro (mg planta ⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	41
23	Acúmulo de manganês (mg planta ⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	42
24	Acúmulo de zinco (mg planta ⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	43
25	Acúmulo de boro (mg planta ⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).....	44

RESUMO

CARNEIRO, Daniella Nogueira Moraes. **Acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase inicial de cultivo**. 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O cultivo de copo-de-leite apresenta importância no segmento da floricultura, mas poucos são os conhecimentos de absorção e acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da espécie, assim como épocas de exigência dos nutrientes. Essas informações permitem uma aplicação mais adequada de fertilizantes, de acordo com o estágio fisiológico proporcionando melhor aproveitamento e produção. Objetivou-se determinar o comportamento fisiológico do crescimento e florescimento de plantas de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*), avaliando a exigência nutricional e estabelecendo as curvas dos acúmulos de macro e micronutrientes. Mudanças micropropagadas e já aclimatizadas de copo-de-leite foram cultivadas em vasos contendo substrato fibra de coco e receberam adubação modificada de Malavolta (1985). Foram realizadas avaliações com intervalos de 30 dias durante 7 meses, que consistiram nos tratamentos. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições, totalizando 28 parcelas. As plantas foram avaliadas quanto às características de crescimento e desenvolvimento da parte aérea, rizoma, raízes, além de produção e qualidade das inflorescências, teor e acúmulo dos nutrientes em todos os órgãos da planta. O desenvolvimento das plantas de copo-de-leite foi crescente ao longo do período experimental. O máximo acúmulo dos macros e micronutrientes ocorreu ao final do período analisado, coincidindo com o máximo acúmulo de massa seca total das plantas. A extração de macronutrientes apresentou a sequência: K>N>Ca>P=S>Mg, e de micronutrientes, Zn>Mn >Fe>B>Cu. A composição mineral de todas as partes da planta foi influenciada pelo tempo, assim como o crescimento.

Comitê de orientação: Prof^ª. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva (orientadora) e Pesquisadora Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida (co-orientadora).

ABSTRACT

CARNEIRO, Daniella Nogueira Moraes. **Nutrient accumulation in calla lily in its initial cropping stage.** 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Calla lily cropping presents an important role in floriculture, but the knowledge of nutrient absorption and accumulation in the different plant developmental stages or the nutrient requirement are enough. This information allowed an adequate fertilizer application, according each physiological stage, resulting in a more cost-effective crop production. The objective of the present work was to determine the physiological behavior of calla lily (*Zantedeschia aethiopica*) growth and flowering evaluating the nutrient requirement and establishing the macro and micronutrient accumulation curves. Micropropagated and acclimatized calla lily seedlings were cultivated in pots containing coconut fiber substrate with a modified fertilization (Malavolta, 1985). Evaluations performed at 30-day intervals for 7 months, that consisted in the treatments. The experimental design was a randomized block design, with three replicates, in a total of 28 plots. Plants were evaluated observing growth and development features of shoots, rhizome, roots as well as yield and flower numbers, nutrient content and accumulation in all plant parts. The plant developed increasing throughout the experimental period. The maximum nutrient accumulation occurred at the end of the experimental period, coinciding with the maximum total dried mass content. The macronutrient extraction occurred in the sequence K>N>Ca>P=S>Mg, and micronutrient, Zn>Mn>Fe>B>Cu. The mineral composition of all plant parts were influenced by the time, as well as the growth.

Guidance committee: Prof^ª. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva (advisor) e Pesquisadora Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida (member).

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio floricultura é uma atividade bastante diversificada, envolvendo o cultivo e a exploração de plantas ornamentais, desde flores e folhagens de corte frescas ou desidratadas, produção de plantas envasadas, enxertos, estacas, alporques, substratos e mudas, até a produção de palmeiras, arbustos e árvores de grande porte (Thomaz & Negrelle, 2007). Segundo Almeida & Paiva (2004), dentre essas espécies, tem-se destacado, no mercado nacional, a produção de copo-de-leite, tradicionalmente cultivado em jardins e para corte de flores, devido à sua beleza e versatilidade na composição de arranjos florais.

O copo-de-leite é bastante cultivado no estado de Minas Gerais, principalmente por pequenos produtores e praticantes da agricultura familiar, proporcionando emprego da mão-de-obra feminina e gerando complementação de renda. Dentre as regiões do estado, o Sul de Minas possui maior tradição no cultivo de copo-de-leite, possivelmente pelo clima ameno, que favorece o seu desenvolvimento. Além disso, nessa região existe o hábito da utilização das flores cortadas desta espécie em diversos estilos de arranjos florais.

A adubação adequada, aliada às condições climáticas, principalmente quanto à temperatura, é a principal forma de aumentar a produtividade e qualidade das hastes florais. As necessidades nutricionais são determinadas pela quantidade de nutrientes que a planta extrai durante o seu ciclo, a qual dependerá da produtividade e acúmulo de nutrientes nas diferentes partes da planta, além da fase fenológica e condições de temperatura que se encontram. (Mengel & Kirkby, 1987; Faquin, 2005).

No entanto, o setor de floricultura resente-se da falta de pesquisas na área de fertilização, com recomendações mais seguras de adubação para cada

sistema de cultivo. Os produtores de copo-de-leite realizam adubação de forma empírica, muitas vezes utilizando doses elevadas de fertilizantes nos períodos em que a planta não apresenta alto requerimento de nutrientes ou utilizando dosagens subestimadas, não permitindo que a planta expresse todo o seu potencial produtivo.

Considerando-se a escassez de informações sobre a cultura e o seu elevado potencial de cultivo, os objetivos deste trabalho foram determinar o comportamento fisiológico do crescimento e florescimento de plantas de copo-de-leite na fase inicial, avaliando a exigência nutricional e estabelecendo a curva de acúmulo dos nutrientes do copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) na fase inicial de desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Floricultura

Com a urbanização das cidades e a elevação do padrão de vida houve um rápido crescimento da floricultura, e os sistemas de produção foram modernizados, principalmente a partir do século XX. O Brasil possui diversas vantagens comparativas para ampliar a produção de flores, como os microclimas privilegiados, a disponibilidade de terra, água, mão de obra e tecnologias agrônomicas disponíveis. Esses fatores são determinantes diretos da qualidade do produto e ao mesmo tempo permitem sensíveis ganhos competitivos em função do preço no mercado externo (Thomaz & Negrelle, 2007).

Minas Gerais destaca-se no Brasil como um dos maiores estados produtores de flores e plantas ornamentais. Os dados mais recentes sobre a floricultura em Minas Gerais, obtidos pelo diagnóstico realizado por Landgraf & Paiva (2008), demonstram que no estado há 427 produtores e uma área plantada

de 1.152,6 ha, sendo 188 produtores de flores-de-corte, ocupando uma área de aproximadamente 290,6836 ha.

Dentre as flores de corte mais apreciadas no Brasil destaca-se o copo-de-leite, o qual, segundo levantamento realizado por Landgraf & Paiva (2008), é produzido principalmente na região Sul do Estado de Minas Gerais, responsável por 44% da produção do estado, ocupando a terceira posição em área plantada, com aproximadamente 16 ha de cultivo.

2.2 Copo-de-leite

O copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma planta perene, originária da África do Sul e pertencente à família Araceae. Na sua forma nativa ocorre em terrenos úmidos ou na margem de lagos. Possui rizoma como órgão subterrâneo de reserva e hábito de crescimento formando touceiras (Brickell et al., 1996; Márquez, 1999). A inflorescência é formada por uma espata de coloração branca protegendo a espádice, de coloração amarela (Salinger, 1991; Armitage, 1993).

O copo-de-leite é uma planta cultivada desde os tempos mais remotos em diferentes lugares da América tropical e subtropical, onde é utilizado tanto como flor de corte quanto na composição de jardins (Márquez, 1999). As inflorescências são versáteis para a composição de vários estilos de arranjos florais, além das folhas, que também podem ser utilizadas.

Essa espécie é adaptada a regiões de clima mais frio e o seu florescimento é dependente da temperatura, sendo induzido em condições mais amenas. A produção é drasticamente reduzida ou interrompida quando ocorrem temperaturas elevadas, principalmente durante a noite (Tija, 1989).

2.3 Nutrição Mineral de plantas

O estudo da nutrição de plantas envolve o conhecimento dos elementos essenciais e das funções desses na planta. Havendo limitação na disponibilidade de um dos elementos essenciais, desarranjos nos processos metabólicos e, conseqüentemente, queda na produtividade e qualidade das plantas poderão ocorrer (Epstein & Bloom, 2006).

A maior parte do peso seco de um vegetal consiste de materiais orgânicos resultantes da fotossíntese e de processos subseqüentes. Os nutrientes que a maioria das plantas necessita para completar seu ciclo são: C, O, H (fornecidos pelo ar e pela água); N, P, K (macronutrientes primários); Ca, Mg, S (macronutrientes secundários) e B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (micronutrientes). O suprimento adequado dos nutrientes em cada estágio de desenvolvimento da cultura é essencial para o crescimento ótimo em todas as fases. (Ritchie et al., 2003).

A análise química da planta permite a determinação dos nutrientes absorvidos, consistindo numa técnica de diagnose dos níveis de nutrientes, para avaliação do estado nutricional das plantas. Segundo Marschner (1995), a realização da análise química do material vegetal para a diagnose depende do nutriente, espécie, idade, sendo indicado o uso de diferentes partes da planta ou órgãos, apesar das folhas refletirem melhor o estado nutricional da planta.

O conhecimento da absorção e acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades tem grande importância, pois permitirá uma aplicação mais adequada de fertilizantes, de acordo com o estágio fisiológico de máxima absorção, possibilitando à planta adquirir a quantidade total de nutrientes requeridos para sua máxima produção (Coelho, 1994; Pedrosa, 2000). Segundo Coelho (1994), além da marcha de absorção de nutrientes ser afetada pelo clima, variedades e sistemas de cultivos, de modo

geral, os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, sendo as diferenças observadas nas velocidades de absorção em função do ciclo e na translocação das folhas e dos caules para os órgãos reprodutivos.

No Brasil, as informações a respeito da nutrição mineral e adubação ainda são pouco freqüentes para a cultura do copo-de-leite, assim como dados referentes ao crescimento da cultura ao longo do seu ciclo de produção. Não se tem registros da curva de acúmulo de massa seca da planta em função do tempo, bem como dos parâmetros que avaliam o crescimento dessa espécie. Dentre as informações disponíveis em condução de copo-de-leite em solução nutritiva, Almeida (2007) observou pelos valores de teor, a seguinte ordem dos nutrientes: N>K>Ca>Mg>P>S para macronutrientes e Zn>Mn>Fe>B>Cu para micronutrientes.

2.4 Adubação

A correção do solo e a adubação de hortaliças e flores têm sido muitas vezes, feitas com doses acima das recomendadas, havendo a principal preocupação de evitar deficiências, o que tem como conseqüências a aplicação excessiva (Raij, 1993).

No setor de Floricultura, os cultivos são intensivos e necessitam da aplicação de elevadas quantidades de nutrientes por área plantada, ocasionando problemas de salinidade e toxidez do solo. A fertilização em altas concentrações seguida pela irrigação favorece a lixiviação dos nutrientes, possibilitando a contaminação da água e do ambiente. A aplicação de fertilizantes em quantidades de “luxo” tem sido comum entre os produtores, sendo necessário encontrar métodos para reduzir este excesso, de forma a proteger o ambiente e a saúde humana, além de reduzir custos de produção (Silberbush & Lieth, 2004).

As recomendações técnicas sobre o correto manejo da adubação de plantas do gênero *Zantedeschia*, além de escassas, são muitas vezes

contradizentes. Devecchi & Remotti (2003) avaliando o efeito da adubação com nitrogênio e potássio em *Zantedeschia aethiopica* observaram que doses acima de 50g m⁻² de potássio não são favoráveis para o desenvolvimento das plantas; e a produção de folhas e inflorescências são obtidas com a aplicação de 100g m⁻² de nitrogênio.

Ao contrário, Salinger (1991) não recomenda o fornecimento de altos níveis de nitrogênio para plantas de *Zantedeschia*, por estimular maior desenvolvimento vegetativo em detrimento da floração, sugerindo a aplicação de 250kg/1000m² NPK 8:9:8 no plantio. Clemens et al. (1998) obtiveram um maior número de inflorescências em *Zantedeschia albomaculata* cultivadas em baixas concentrações de nitrogênio. O copo-de-leite responde bem à adubação orgânica, sendo recomendado utilizar 20 litros de esterco de curral curtido por m², no plantio (Almeida & Paiva, 2004).

No desenvolvimento de plantas de copo-de-leite sob diferentes doses de boro utilizando a solução de Hoagland & Arnon (1950), Souza (2009) sugere o uso de 1,20 mg L⁻¹ de Boro (Souza, 2009). Para outros nutrientes não há informações disponíveis.

2.5 Acúmulo de nutrientes

Entende-se por acúmulo de nutrientes as quantidades destes na massa seca de cada parte da planta e, por absorção ou extração de nutrientes, os totais dos acúmulos de nutrientes ocorridos nas diferentes partes da planta. A quantidade do elemento retirada do meio pelos produtos da colheita é denominada exportação de nutrientes (Malavolta, 2006). O acúmulo de cada nutriente, segundo Zerche (1997), está relacionado à sua concentração no órgão, à mobilidade e à produção de massa seca dos diferentes órgãos

As diferentes partes vegetativas que compõem uma planta durante seu ciclo de desenvolvimento podem funcionar como fonte ou como dreno.

Conhecer como ocorre o acúmulo de nutrientes em cada uma dessas partes durante o ciclo é de fundamental importância para o conhecimento da dinâmica da relação fonte-dreno e, conseqüentemente, para o estabelecimento de parâmetros de avaliação do seu estado nutricional e na definição de estratégias de fertilização da cultura.

Pelo estudo das curvas de crescimento e de acúmulo de nutrientes são evidenciados os períodos em que as plantas absorvem, em maior proporção, os nutrientes, disponibilizando dados básicos sobre as necessidades nutricionais das plantas, permitindo estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas e identificar as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes, visando uma máxima produção (Malavolta, 2006; Silva, 1998 e Pedrosa, 2000; Vieira, 2006). Isso implica em menores perdas de adubo e potenciais riscos tóxicos provocados por elevadas concentrações salinas, além de minimizar os danos ambientais, levando sempre em consideração o fator qualidade do produto final e aumento na lucratividade (Mateus, 2008).

Para muitas espécies cultivadas comercialmente já se tem a determinação dessa curva de acúmulo. Dentre as ornamentais há registro para *Lilium spp.* (Ortega et al., 2006); *Solidago canadensis* (Orbes, 2008), *Hippeastrum* (Mateus, 2008), *Rosa sp.*, (Cabrera, 2002; Dutra, 2009), crisântemo (Selmer-Olsen & Gilerod, 1981; Zerche, 1997; Barbosa et al. 1999; Costa et al., 2004; Zheng et al., 2005), *Eustoma grandiflorum* (Camargo et al., 2004; Backes et al., 2008), *Aster ericoides* (Camargo et al., 2005), *Gipsofila paniculata* (Medina et al., 1999; Pedrosa, 2000), *Tulipa gesneriana* (Vargas & Tejos, 2008), antúrio (Dufour & Guérin, 2005). Entretanto a maioria das informações existentes referem-se a espécies anuais, mas para espécies perenes, como copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*), as informações são escassas.

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 em São João Del Rei, MG, no período de novembro de 2008 a junho de 2009. Esse município situa-se nas coordenadas geográficas de 21° 08' 00" Sul 44° 15' 40" Leste. O clima é 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 mais elevadas, de outubro a março. A região apresenta média térmica anual de 19,2°C, sendo a temperatura mínima de 3°C (julho) e a máxima, 38°C (fevereiro).

3.2 Implantação e condução do experimento

Para o experimento, foram utilizadas mudas de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) produzidas por micropropagação no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. As mudas foram retiradas do laboratório e aclimatizadas em bandejas plásticas, contendo substrato Plantmax®, em estufa de nebulização intermitente, por um período de 60 dias. Quando as mudas apresentaram tamanho médio de 48 cm, foram levadas para a Fazenda da Epamig – Risoleta Neves em São João Del Rei, onde foram retiradas do substrato e tiveram as raízes lavadas em água corrente. Posteriormente, foram transplantadas para vasos de 8 dm⁻³, com substrato fibra de coco Golden Mix® do tipo granulado com a formulação PM (Plug-Mix) número 11 da empresa Amafibra®, a qual contém os seguintes nutrientes (Tabela 1):

TABELA 1 Teores dos nutrientes no substrato fibra de coco Golden Mix[®] do tipo granulado com a formulação PM (Plug-Mix) número 11.

Nutrientes (mg dm ⁻³)											
N	P ₂ O ₅	K ₂ 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

Fonte: Amafibra[®], 2009.¹

As plantas foram cultivadas sob 80% de sombreamento proporcionado por tela sombrite[®] disposta dentro de casa de vegetação. Diariamente foi monitorada a umidade dos vasos e realizada irrigação manual. A quantidade de água fornecida variou de acordo com o crescimento da planta e as condições ambientais ao longo do experimento.

Durante o experimento, as plantas foram adubadas a cada 30 dias, utilizando a adubação segundo recomendação de Malavolta & Muraoka (1985) com modificações, fornecendo-se no total, N: 300 mg dm⁻³; P: 120 mg dm⁻³; K: 90 mg dm⁻³; Ca: 269,67 mg dm⁻³; Mg: 25 mg dm⁻³; S: 25 mg dm⁻³; B: 0,3 mg dm⁻³; Cu: 1,3 mg dm⁻³; Fe: 5,0 mg dm⁻³; Mn: 1,25 mg dm⁻³; Mo: 0,1 mg dm⁻³ e Zn: 1,87 mg dm⁻³. A adubação com macronutrientes foi parcelada em 7 vezes, sendo que todos os fertilizantes foram aplicados via solução nutritiva. Os micronutrientes foram aplicados em uma única dosagem na primeira adubação, realizada logo após o transplântio das mudas.

¹ Informação obtida na empresa Amafibra[®], referente aos teores dos nutrientes no substrato fibra de coco Golden Mix[®], do tipo granulado, com a formulação PM (Plug-Mix) número 11.

3.3 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pelos meses de coleta, sendo as plantas avaliadas com intervalos de 30 dias, durante 7 meses da fase inicial de crescimento, (dezembro/2008 a junho/2009).

3.4 Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições, totalizando 28 parcelas. No primeiro mês foram utilizadas 8 plantas por parcela e nos demais meses, três plantas por parcela. Essa diferença foi necessária para que, aos 30 dias após o transplante, houvesse material suficiente para constituição das amostras para análises químicas.

3.5 Avaliações

Foi estabelecido o período de coleta mensal dos dados amostrais por se tratar de uma cultura perene. Para tanto, as plantas foram retiradas da estufa e levadas ao laboratório de preparo de amostras, onde se procederam a retirada do substrato, limpeza das plantas e as avaliações de crescimento e desenvolvimento. Em seguida, separaram-se as folhas, rizomas e raízes. As raízes e rizomas foram lavados em água de torneira até eliminação total das partículas de substrato, e as folhas foram limpas com água e auxílio de um pedaço de algodão, para retirada de vestígios de poeira, insetos.

Posteriormente, todas as partes foram mergulhadas por alguns segundos em água destilada. Esse mesmo procedimento foi realizado para as inflorescências retiradas das plantas, assim que apresentaram padrão para colheita, no decorrer de todo o período experimental.

3.5.1 Avaliações dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento

Foram avaliados os parâmetros inerentes aos aspectos de crescimento e desenvolvimento do copo-de-leite:

- Planta: altura, número de folhas totais da planta, diâmetro e comprimento da folha recém madura, diâmetro do colo, diâmetro e comprimento do rizoma.
- Brotações: número de brotações laterais, altura, número de folhas e diâmetro do colo da brotação mais desenvolvida.
- Massa seca: para determinação da massa seca, após a limpeza com água destilada, o material foi acondicionado em sacos de papel tipo Kraft, devidamente identificados e secos em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C a 70°C, até o peso constante. Foram avaliadas a massa seca da parte aérea, rizomas, raízes e hastes florais.
- Produção: Todas as inflorescências produzidas foram avaliadas quanto à qualidade, observando-se a largura e comprimento da espata, comprimento e diâmetro da haste floral e, ainda, a massa fresca correspondente à época de colheita. Para avaliação da massa seca e número das hastes florais foram utilizados os dados acumulados, por planta, dos meses ao longo do período experimental.

3.5.2 Análises químicas

Após a determinação da massa seca, as partes da planta (parte aérea, rizoma, raízes e hastes florais) foram trituradas, em moinho tipo Willey, armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório do Departamento de Química da UFLA para realização das análises químicas. Após digestão nitro-perclórica das amostras (Zaroski & Burau, 1977), foram determinados os teores de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, K por fotometria de chama (Malavolta et al., 1997), P por colorimetria (Braga & Defelipo, 1974) e S por turbidimetria (Blanchar et al.,

1965). O N total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl após digestão sulfúrica (Bremner & Mulvaney, 1982) e o B pelo método da curcumina (Malavolta et al., 1997) em seguida à digestão do material por via seca (incineração).

Para determinação do acúmulo dos nutrientes, o teor de cada um foi relacionado com o peso correspondente da massa seca de cada parte da planta: raiz, rizoma, parte aérea e inflorescências.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os resultados do teste F significativos ($P < 0,05$), foram submetidos à análise de regressão polinomial por meio do software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (Sisvar) (FERREIRA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo período experimental as plantas apresentaram um desenvolvimento satisfatório, provavelmente, favorecido pelo substrato e pela determinação das doses dos nutrientes utilizados, que se mostraram adequados, visto que houve crescimento constante e nenhum sintoma de deficiência foi observado. Analisando-se as características relacionadas com crescimento no decorrer de 7 meses de avaliação, constatou-se efeito significativo para todas as variáveis analisadas.

4.1 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento

4.1.1 Crescimento

Observa-se uma continuidade no crescimento da planta em altura ao longo do período experimental. A cada 30 dias, as plantas cresceram em média 6,36 cm, atingindo 91,46 cm aos 210 dias e apresentando um incremento médio de altura de 43,46 cm (Figura 1).

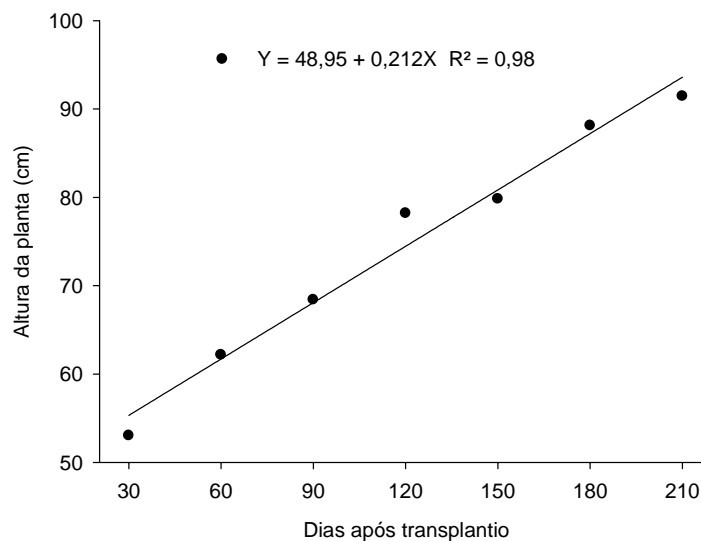


FIGURA 1 Altura média das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Esses resultados são semelhantes aos observados por Souza (2009), que estimou um incremento na altura de 44,57 cm em plantas de copo-de-leite cultivadas em solução nutritiva aos 210 dias de cultivo. Entretanto, Almeida (2007), trabalhando também com copo-de-leite em solução nutritiva observou que aos 12 meses após o transplante, as plantas atingiram uma altura de 17,88 cm. Essa diferença pode ser atribuída à origem diferente das mudas.

Analisando o diâmetro do colo da planta, esse foi crescente durante o período experimental, aumentando em média 0,34 cm a cada 30 dias, atingindo 4,17 cm aos 210 dias (Figura 2). É fundamental que o diâmetro do colo acompanhe o crescimento da planta, principalmente da parte aérea, sustentando o seu peso e evitando assim o tombamento das plantas. Ao verificar que o crescimento em altura ocorreu concomitantemente ao aumento no diâmetro do colo da planta, pode-se afirmar que não houve estiolamento da parte aérea.

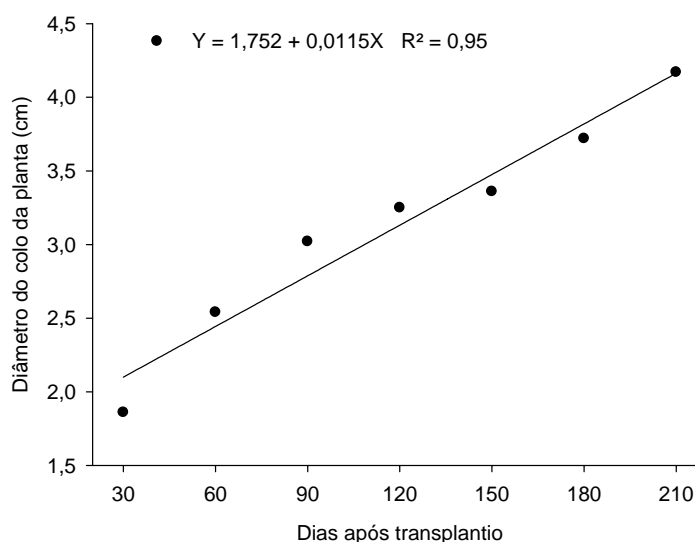


FIGURA 2 Diâmetro do colo das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

A produção total de folhas acompanhou o crescimento em altura das plantas, observando-se, ao longo do período experimental, que as plantas também apresentaram um aumento constante, produzindo em média 6,78 folhas por planta a cada 30 dias, totalizando média de 41,58 folhas, aos 210 dias (Figura 3).

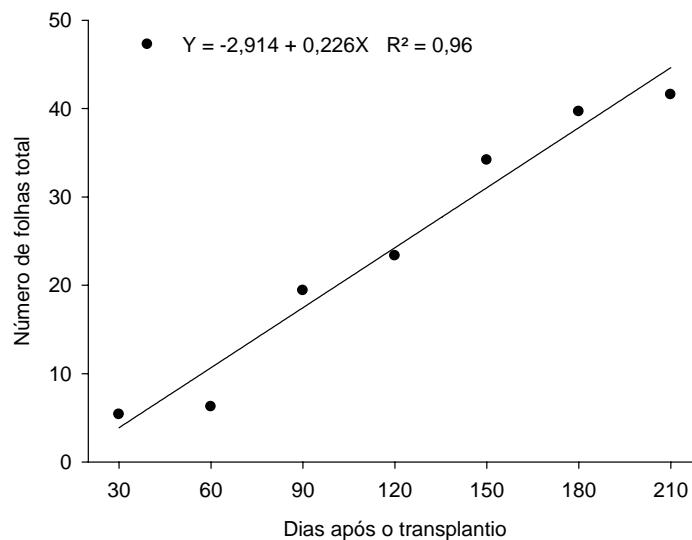


FIGURA 3 Número médio de folhas total em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio.

Almeida (2007) observou aos 12 meses após o transplântio de mudas de copo-de-leite em solução nutritiva que as plantas apresentavam em média 59,75 folhas por planta, considerando as folhas da planta mãe e das brotações. Apesar das plantas do trabalho dessa autora terem apresentado crescimento inferior, o número de folhas formadas foi semelhante.

O tamanho das folhas foi determinado analisando-se a largura e o comprimento. Nota-se que nos primeiros dias após o transplântio, o crescimento foliar foi mais acelerado, tendendo a estabilizar após 90 dias (Figura 4).

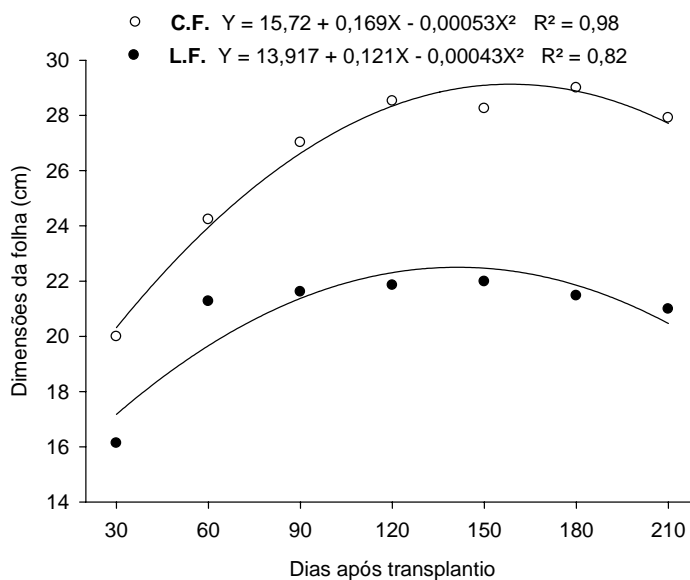


FIGURA 4 Comprimento (C.F.) e Largura das folhas (L.F.) das plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Aos 159 dias, as folhas apresentaram o maior comprimento estimado de 29,13 cm, sendo a maior largura, 22,50 cm, observada aos 139 dias. Aos 210 dias, as dimensões observadas foram em média de 20,99 e 27,91 cm para largura e comprimento da folha, respectivamente. Semelhantemente, Souza (2009) verificou que aos 210 dias de cultivo em solução nutritiva, as folhas apresentaram largura e comprimento foliar em média de 24,77 cm e 29,10 cm, respectivamente. Entretanto, Almeida (2007), nessas mesmas condições de cultivo, observou a largura e comprimento médio das folhas de 11,25 cm e 16,78 cm aos 12 meses, apesar de possuírem dimensões menores, o número de folhas foi superior.

O número de brotos também teve aumento proporcional com o tempo, sendo produzidos em média 4,4 brotos por planta, a cada 30 dias atingindo a média de 29,30 brotos por planta aos 210 dias (Figura 5).

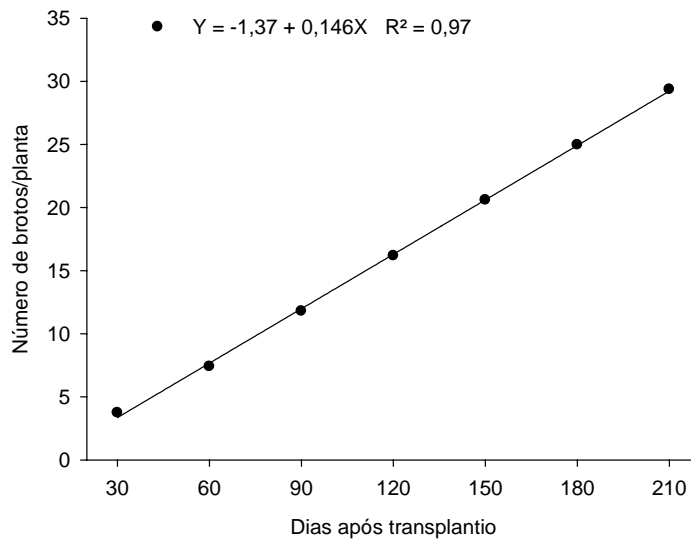


FIGURA 5 Número médio de brotos formados em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante

Em experimento realizado em solução nutritiva por Almeida (2007), foi verificada uma produção média de 13,6 brotações por planta, indicando que a adubação utilizada não favoreceu a emissão de brotações pela planta, ou pode-se atribuir à origem diferente das mudas.

Observou-se uma relação positiva entre a altura das plantas, o número de folhas emitidas e o número de brotações produzidas, sugerindo que, independente do crescimento da planta mãe, as plantas destinam reservas para emissão de novas brotações

Em relação à altura do maior broto, observando a figura 6, nota-se que esses valores foram crescentes ao longo dos dias de cultivo. Inicialmente, aos 30 dias, o maior broto possuía altura média de 7,76 cm, ao final do período analisado, aos 210 dias, o maior broto das plantas apresentava em média 75,98.

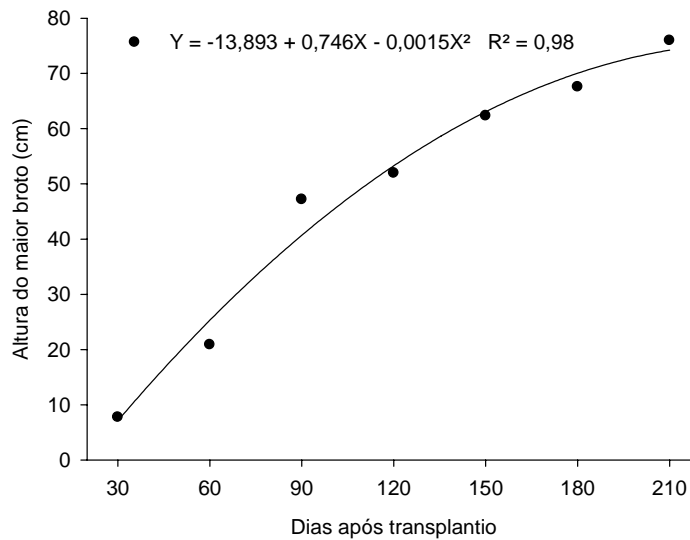


FIGURA 6 Altura do maior broto em plantas de copo-de-leite em função de dias após o transplante.

Em uma touceira de copo-de-leite, a produção de hastes florais não ocorre apenas pela planta mãe. A partir do momento que as brotações apresentarem as mesmas características de desenvolvimento da planta mãe, essas também possuem capacidade de florescimento. Nota-se que o tamanho das brotações aos 210 dias correspondeu ao tamanho da planta mãe aos 128 dias, entretanto, as brotações apresentavam capacidade de florescimento desde 150 dias após o transplante quando atingiram aproximadamente 62 cm de altura.

O número e a altura dos brotos produzidos, também são variáveis importantes, pois a divisão de touceiras constitui o principal método de propagação dessa espécie (Almeida & Paiva, 2004), visto que a micropropagação não é praticada em escala comercial e as mudas produzidas por sementes levam muito tempo para florescer.

O máximo número de folhas, 5 por brotação para o maior broto, foi obtido aos 180 dias, tendendo a estabilizar após este período (Figura 7).

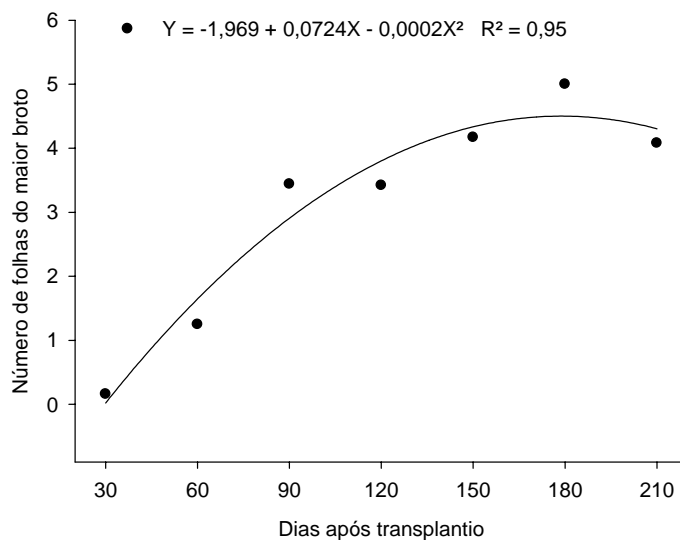


FIGURA 7 Número médio de folhas do maior broto de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Considerando que os produtores individualizam mudas com 2-3 folhas, nas condições experimentais, as brotações apresentaram-se nesse padrão após 68 dias de cultivo, com média de 36,7 cm de altura.

O diâmetro do colo do maior broto foi crescente durante o período analisado, observando-se um incremento de 0,20 cm a cada 30 dias (Figura 8). Da mesma forma que a planta-mãe, as brotações, além de apresentarem maior altura ao longo do tempo, também se observou maior diâmetro do colo, evitando assim tombamento das brotações e má formação das touceiras.

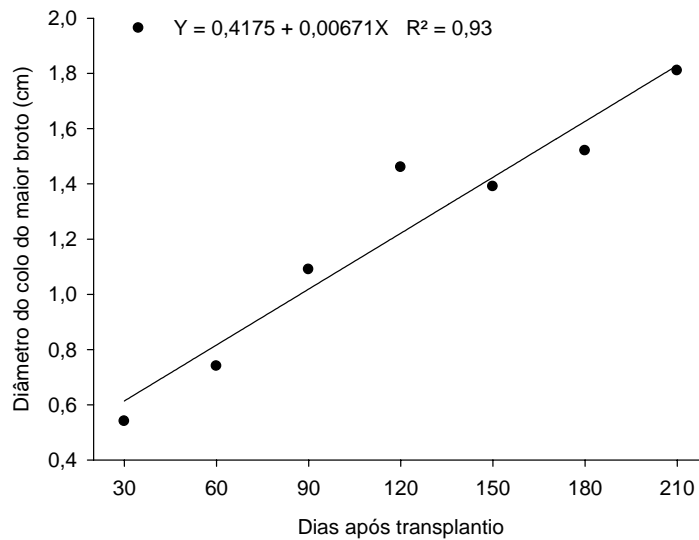


FIGURA 8 Diâmetro médio do colo do maior broto em função dos dias após o transplante.

Após 68 dias de cultivo, período que as brotações apresentaram características de muda em relação ao tamanho e número de folhas, as brotações possuíam em média colo de 0,9 cm de diâmetro.

Analisando-se as dimensões do rizoma (diâmetro e comprimento) observou-se também crescimento constante ao longo dos meses de avaliação, aumentando em média 0,54 cm a cada 30 dias, como pode ser observado na figura 9.

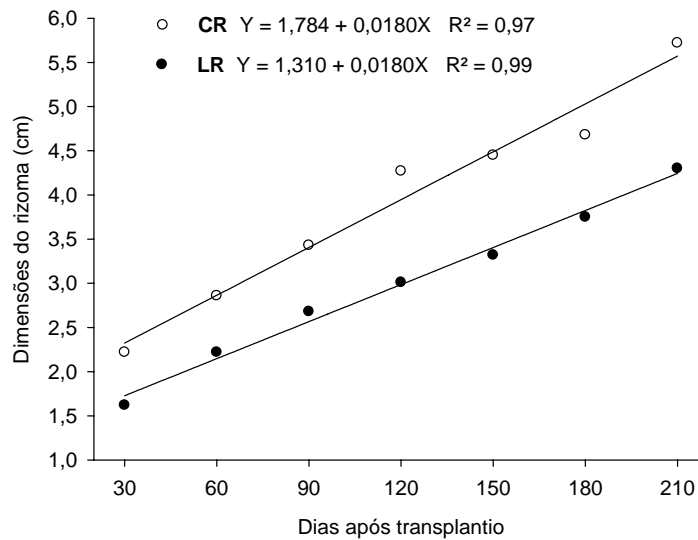


FIGURA 9 Comprimento (CR) e diâmetro (DR) dos rizomas em função dos dias após o transplante.

O aumento das dimensões do rizoma reflete no crescimento e na produção da planta, pois, quanto maior o peso dos rizomas, maior a quantidade de reserva que o mesmo terá para emitir novas brotações e hastes florais.

Foram analisados os dados de massa seca da parte aérea, do rizoma, e das raízes, além da massa seca total, em função da idade. O acúmulo de massa seca de toda a planta de copo-de-leite foi obtido pelo somatório das massas seca da parte aérea, rizoma, hastes florais e raízes, em cada época de avaliação.

É comum observar redução na quantidade de massa seca ao final do ciclo da planta, porém, o acúmulo de massa seca, nas condições que o experimento foi conduzido, se mostrou crescente durante o período analisado, comportamento esperado por ser uma espécie perene e o período de avaliações compreenderem a fase inicial de desenvolvimento. A maior produção de massa seca total foi observada aos 210 dias, em média 131,71g planta⁻¹ (Figura 10),

valor esse bastante superior ao observado por Souza (2009), 29,6 g planta⁻¹ para copo-de-leite cultivado por um mesmo período em cultivo em solução nutritiva.

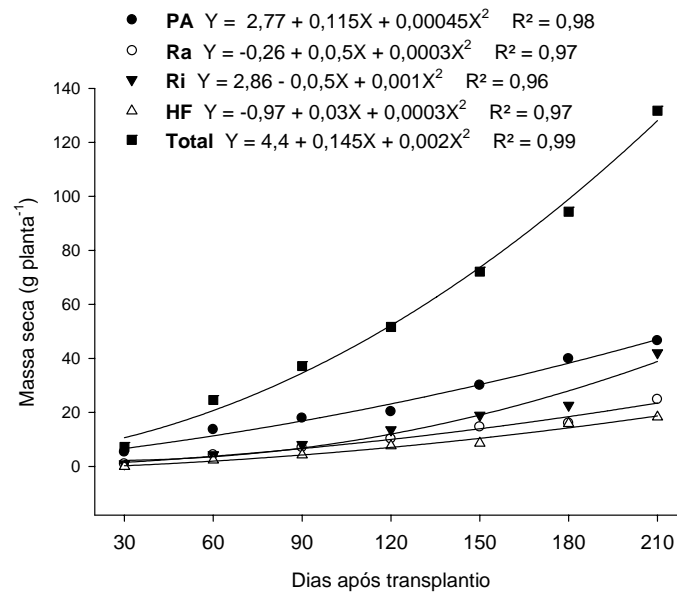


FIGURA 10 Produção de massa seca da parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total) de copo-de-leite, em função dos dias após o transplântio.

A maior taxa de acúmulo na planta ocorreu no período compreendido entre 180 e 210 dias, quando o incremento médio observado foi de 1,24 g dia⁻¹. Verifica-se ainda pela figura 14, que após 120 dias houve um aumento significativo do acúmulo de massa seca nos rizomas. Observando a tabela 2, verifica-se que, aos 210 dias, a maior quantidade de massa seca acumulada na planta estava contida na parte aérea e no rizoma, 35,33% e 32,0% respectivamente, e o restante nas raízes (18,83%) e hastes florais (13,9%). Aos 129 dias após o transplântio, a planta apresentou um acúmulo de 50% do seu peso final de massa seca total.

TABELA 2 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 diferentes épocas de amostragem.

Dias	MS TOTAL (g)	PARTE			HASTE FLORAL
		AÉREA	RAIZ	RIZOMA	
		-----%-----			
30	7,20	73,44	12,92	13,8	0,0
60	24,60	55,47	17,36	17,5	9,6
90	37,20	48,05	18,82	21,8	11,4
120	51,67	39,30	19,74	26,3	14,7
150	72,17	41,61	20,23	26,2	11,9
180	94,36	42,26	16,96	24,0	16,8
210	131,71	35,33	18,83	32,0	13,9

O acúmulo proporcional de massa seca entre a parte aérea e rizomas teve comportamento de forma inversa: enquanto na parte aérea foi observada uma redução ao longo do tempo, nos rizomas ocorreu aumento no acúmulo de massa seca. Com o tempo, a planta destinou suas reservas para a produção de hastes florais, raízes e principalmente, para crescimento e acúmulo de massa seca do rizoma.

O rizoma constitui o principal órgão de reserva e de propagação do copo-de-leite, demonstrando o aumento da capacidade de dreno deste órgão e, por outro lado a parte aérea apresentou característica de fonte. Essa função de dreno que o rizoma assume ao longo do tempo, pelo acúmulo das reservas de nutrientes para posterior redistribuição suprimindo as demandas da planta além de garantir a brotação das gemas durante o processo de propagação vegetativa.

O período que corresponde ao maior acúmulo de massa seca na parte aérea ocorreu nos primeiros meses após o transplante, possivelmente pela necessidade de aumento da superfície foliar para favorecer a fotossíntese.

Na ausência de uma curva de absorção de nutrientes, a produção de massa seca pode indicar uma boa aproximação do acúmulo de nutrientes. Em

média, as plantas possuem cerca de 5% de nutrientes e minerais na massa seca, havendo diferenças entre as espécies. As quantidades totais exigidas dependem da produtividade esperada (Souza & Coelho, 2001).

4.1.2 Florescimento

As plantas iniciaram o florescimento 30 dias após o transplântio. Analisando o número médio de flores por planta, nas condições do experimento, não se observou diferença significativa entre os meses de avaliação, sendo constante durante todo o período, por outro lado, foi verificado que as plantas florescem mais de uma vez ao longo do tempo (Tabela 3).

TABELA 3 Número médio de hastes florais por planta em intervalos e acumulado por planta, em função das diferentes épocas de amostragem.

Dias	Nº de hastes florais/planta	Nº médio de hastes florais totais acumuladas/planta
30	0	0
60	0,83	0,83
90	0,42	1,08
120	0,67	1,67
150	0,42	1,42
180	0,75	2,33
210	0,58	2,67

Souza (2009) cultivando copo-de-leite em solução nutritiva obteve a emissão de 1,24 hastes florais, em média, por planta, em um período de 210 dias de cultivo. Já Almeida (2007), também cultivando copo-de-leite em solução nutritiva observou a emissão média de 3 hastes por planta, num período de 12 meses. Apesar da maior produção de hastes florais que essas autoras verificaram a produção de apenas 2,67 hastes florais por planta, pode ser atribuída ao efeito do clima, principalmente temperatura, pois as plantas foram transplantadas em

novembro, e as avaliações realizadas no período de verão-outono, onde as temperaturas são elevadas. Somente nos últimos meses de avaliação as plantas se desenvolveram sob temperaturas mais amenas. A idade da planta é outro fator que influencia o florescimento, considerando ser o copo-de-leite uma planta perene, estas ainda se encontravam em fase inicial de cultivo e, fisiologicamente, não expressaram todo seu potencial produtivo de hastes florais.

O comprimento e a largura das espatas formadas apresentaram um incremento constante das dimensões com o tempo de cultivo. O aumento mensal no comprimento e largura foi em média 0,81 e 0,65 cm, respectivamente (Figura 11). As espatas, aos 210 dias apresentaram 16,55 cm de comprimento e 14,92 cm de largura da espata, caracterizando inflorescências de tamanho grande e com ótima aceitação no mercado, apesar de não haver ainda um padrão determinado de qualidade para comercialização dessa espécie.

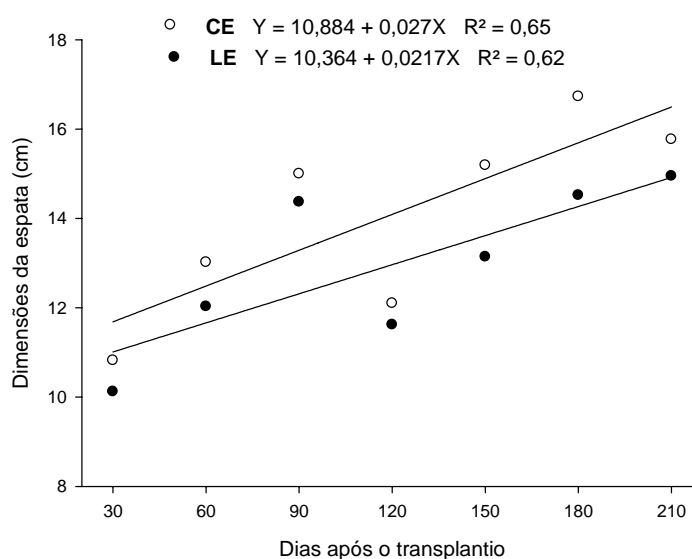


FIGURA 11 Comprimento (CE) e largura (LE) das espatas em função dos dias após o transplante.

Souza (2009) cultivando copo-de-leite em solução nutritiva verificou que aos 210 dias, a espata apresentava em média 14,53 cm de comprimento e 11,68 cm de largura. Já Almeida (2007), nas mesmas condições de cultivo, observou 9,79 e 9,35 para comprimento e largura da espata, respectivamente, ao final de um período de 12 meses de cultivo.

O comprimento e diâmetro médios da haste floral, também apresentaram crescimento constante. O comprimento da haste aumentou em média 6,18 cm e o diâmetro da haste 0,063 cm a cada 30 dias (Figura 12). Aos 210 dias, as hastes florais apresentavam em média 80,7 cm de comprimento e 1,35 cm de diâmetro da haste, respectivamente. O mercado requer hastes florais com comprimento superior a 60 cm, dessa forma, após 100 dias, já é possível a produção de hastes de copo-de-leite aptas à comercialização.

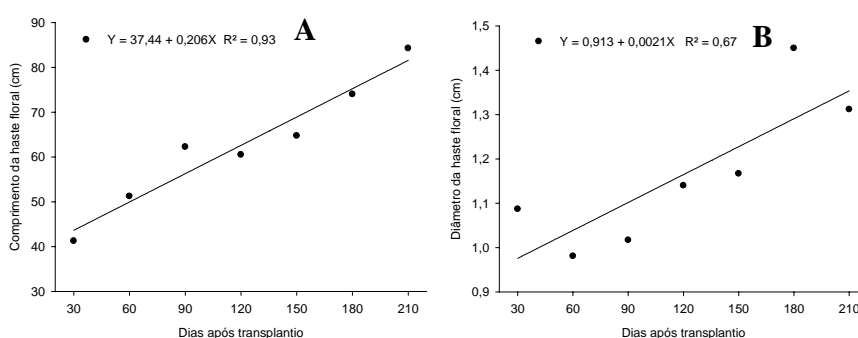


FIGURA 12 Comprimento da haste floral (A) e diâmetro da haste floral (B) em função dos dias após o transplantio.

Normalmente, plantas jovens de copo-de-leite produzem inflorescências pequenas, hastes curtas e com diâmetro reduzido, características essas aumentadas com o tempo (Figura 11 e 12).

Comparativamente, Souza (2009) em cultivo de copo-de-leite em solução nutritiva, aos 210 dias, verificou valores semelhantes de comprimento e

diâmetro da haste, sendo 66,86 cm e 1,42 cm, respectivamente. Almeida (2007), nessas mesmas condições de cultivo obteve 21,24 cm e 0,83 cm em média, para o comprimento e diâmetro da haste.

Observou-se aumento constante na massa fresca das hastes florais em função do número de dias após o plantio, ocorrendo, aos 210 dias, 102,76 g/haste floral, com um incremento de 15,60 g em média por mês (Figura 13). Essa tendência de apresentar maior aos 210 dias corresponde ao período em que também se observou maior comprimento de haste floral (Figura 12) e maiores dimensões das espatas (Figura 11).

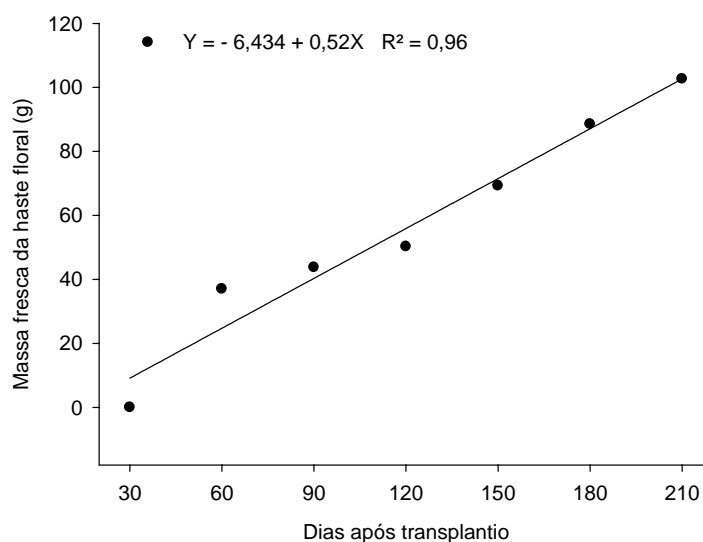


FIGURA 13 Massa fresca das hastes florais de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Observa-se na figura 14, um aumento constante do peso da massa seca das hastes florais, acompanhando a mesma tendência de aumento observado nas dimensões avaliadas (Figuras 11 e 12).

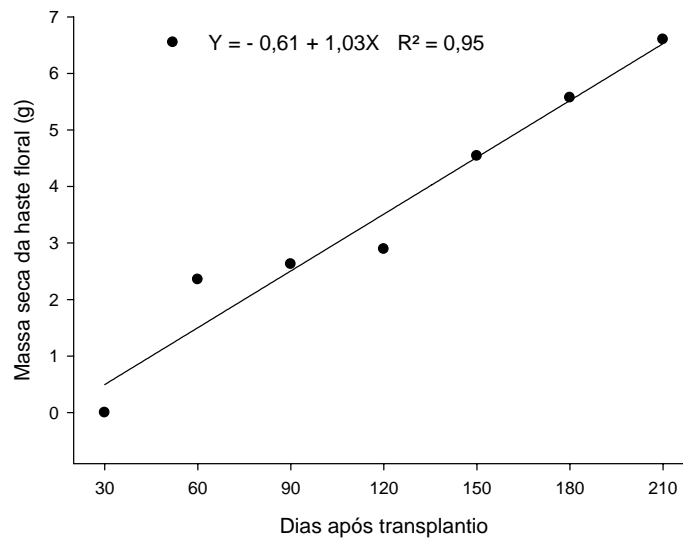


FIGURA 14 Massa seca da haste floral, por planta, de copo-de-leite em função dos dias após o transplante.

Em média, a massa seca atingiu 6,6 g haste⁻¹ aos 210 dias. Souza (2009) em cultivo de copo-de-leite em solução nutritiva obteve aos 210 dias 3,39 g e Almeida (2007), nas mesmas condições de cultivo obteve 1,55 g em média, para o peso de massa seca das hastes florais.

4.2 Teor e acúmulo de nutrientes

4.2.1 Teor dos macronutrientes na folha

Os valores médios dos teores de macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S, encontram-se na Tabela 4. Verifica-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste F entre os teores para os macronutrientes, exceto para o Mg, que não diferiu ao longo do tempo.

TABELA 4 Teor de macronutrientes na parte aérea de plantas de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.

Dias ¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.Kg ⁻¹					
30	35,95	6,10	44,28	7,20	3,38	5,25
60	27,08	5,58	46,00	6,75	2,90	5,18
90	25,58	5,65	45,53	7,80	3,05	6,08
120	23,03	5,38	45,95	6,65	2,98	6,05
150	19,93	5,90	28,18	7,43	3,20	7,43
180	19,63	5,35	25,35	7,53	3,23	6,98
210	21,33	4,68	31,48	7,10	3,38	5,83

Inicialmente, os teores de N, P e K são maiores, apresentando redução com o tempo, indicando a ocorrência de efeito de diluição. Malavolta (2006) confirma que, à medida que as folhas crescem, há uma diluição dos teores, diminuindo a concentração de nutrientes.

As concentrações dos macronutrientes na folha aos 210 dias seguem a ordem de K>N>Ca>S>P>Mg. Almeida (2007) trabalhando com copo-de-leite em solução nutritiva encontrou, valores ligeiramente superiores para os teores de N (32,1 g Kg⁻¹); Ca (22,02 g Kg⁻¹) e Mg (3,84 g Kg⁻¹) nas folhas aos 12 meses após o transplantio. Já para P(3,67 g Kg⁻¹); K (25,65 g Kg⁻¹) e S (2,89 g Kg⁻¹), os valores foram inferiores.

4.2.2 Acúmulo dos macronutrientes

Os valores de acúmulo dos macronutrientes observados em plantas de copo-de-leite são apresentados na tabela 5.

TABELA 5 Acúmulo de macronutrientes em plantas de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.

Dias	N	P	K	Ca	Mg	S
	g planta ⁻¹					
30	0,23	0,050	0,286	0,052	0,026	0,036
60	0,57	0,152	0,912	0,163	0,074	0,012
90	0,77	0,234	1,300	0,271	0,111	0,200
120	1,01	0,310	1,700	0,336	0,145	0,275
150	1,22	0,650	1,786	0,468	0,208	0,418
180	1,58	0,520	2,235	0,681	0,483	0,515
210	2,21	0,630	3,286	0,81	0,420	0,616

Os acúmulos dos macronutrientes em toda planta aos 210 dias segue a ordem de K>N>Ca>P=S>Mg. O acúmulo de N foi crescente ao longo do tempo em todas as partes da planta, conforme se observa na figura 15. A demanda crescente de N no decurso do ciclo ocorreu pelo fato desse elemento ser exigido sempre em grandes quantidades pelas plantas e, à medida que as mesmas crescem, os nutrientes vão se acumulando. Analisando as curvas de acúmulo em cada parte da planta, verifica-se maior acúmulo em N na parte aérea. Já as raízes, rizomas e hastes florais apresentaram exigência semelhante em N durante todo o período analisado.

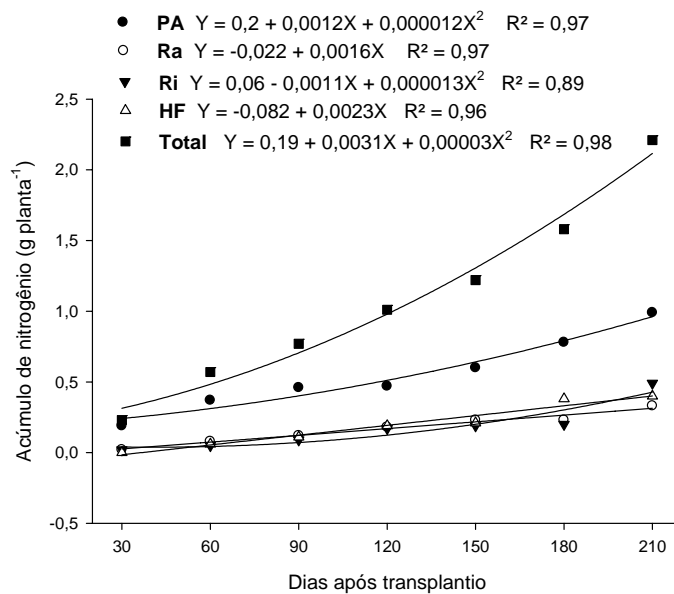


FIGURA 15 Acúmulo de nitrogênio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

O N é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e que mais limita o crescimento pois, é constituinte de proteínas, ácidos nucléicos e outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais (Souza & Fernandes, 2006).

O acúmulo de N (Figura 15) seguiu o comportamento de acúmulo da massa seca nas plantas de copo-de-leite (Figura 10). Zerche (1997) estudando o acúmulo de N em crisântemo (cv. Puma White), cultivado em sistema hidropônico, constatou que a produção de massa seca encontra-se diretamente relacionada ao acúmulo de N (0 a $800 \text{ mg planta}^{-1}$).

Aos 210 dias, as plantas de copo-de-leite acumularam em média $2,21 \text{ g planta}^{-1}$ de N. Ao final do ciclo de produção, Camargo et al. (2004) observou $0,54 \text{ g planta}^{-1}$ de N na parte aérea de *Lisianthus* e, Backes et al. (2008) para

mesma espécie, acúmulo de $0,22 \text{ g planta}^{-1}$ de N. Comparativamente, o copo-de-leite acumulou maior quantidade de N.

Em todo o período analisado, a parte aérea acumulou a maior parte do N absorvido, cerca de 45%. Efeito semelhante foi observado por Vargas & Tejos (2008) em tulipa.

O acúmulo de P também foi crescente ao longo do tempo, acumulando ao final do período experimental $0,63 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 16).

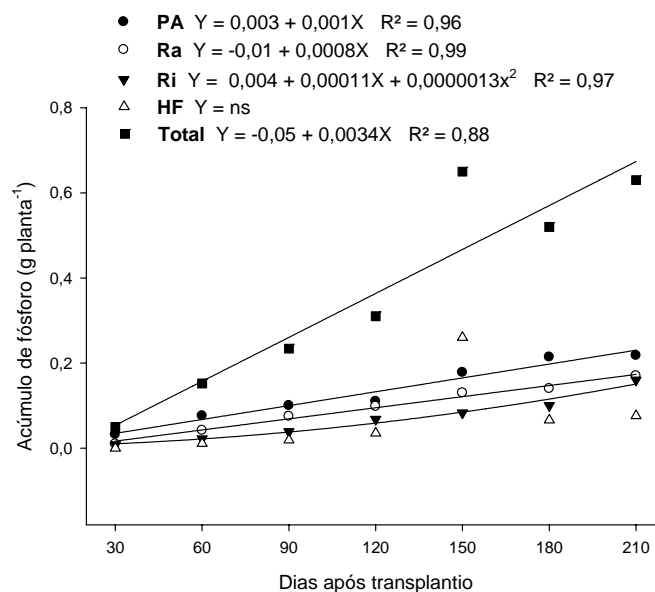


FIGURA 16 Acúmulo de fósforo (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Dentre as partes da planta, a parte aérea acumulou a maior quantidade de P da planta, seguido da raiz e rizoma, apesar do rizoma ter apresentado a tendência de acumular mais P após 210 dias do transplante. Nas hastes florais não foi observado aumento significativo no acúmulo de P ao longo do tempo.

O acúmulo de P aos 210 dias ($0,63 \text{ g planta}^{-1}$ de copo-de-leite) foi superior ao observado para outras espécies ornamentais. Em solidago, o acúmulo máximo nas folhas foi $0,0087 \text{ g planta}^{-1}$ aos 90 dias após o transplântio (Orbes, 2008) e, em amarílis, $0,18 \text{ g planta}^{-1}$ de P aos 420 dias (Mateus, 2008).

O acúmulo de K foi crescente ao longo do tempo, com média de $3,29 \text{ g planta}^{-1}$ de K, após 210 dias (Figura 17).

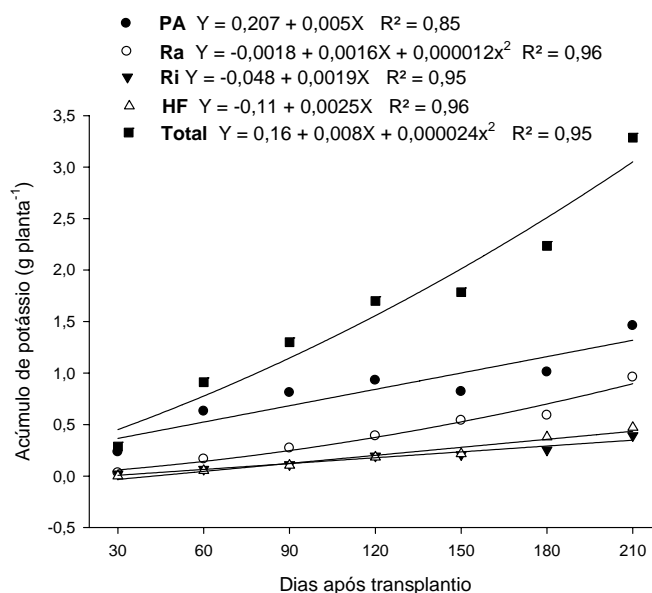


FIGURA 17 Acúmulo de potássio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Assim como o acúmulo de N, o acúmulo de K acompanhou o comportamento do acúmulo de massa seca da planta (Figura 10), ao longo do tempo, sendo esse elemento mais acumulado na parte aérea, seguido da raiz, haste floral e rizoma. Em todo o ciclo a haste floral e o rizoma apresentaram valores semelhantes para o acúmulo de K. Para *Aster ericoides* (White Master) o

acúmulo de potássio nas folhas foi de 0,028 g planta⁻¹ (Camargo, 2005). Em folhas de tango, ao final do ciclo (90 dias após o transplante), o acúmulo máximo de potássio foi de 0,131 mg planta⁻¹ (Orbes, 2008).

O acúmulo de Ca foi, inicialmente, constante em toda a planta até os 120 dias, sendo observado o valor de 2,09 g planta⁻¹ ao final de 210 dias (Figura 18).

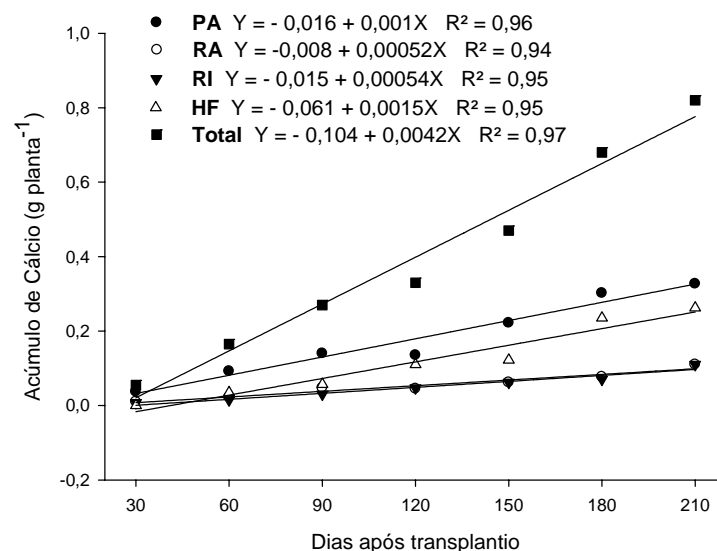


FIGURA 18 Acúmulo de cálcio (g planta⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

O Ca não acompanhou o comportamento do acúmulo de massa seca, o que pode estar relacionado à baixa exigência de Ca pelas plantas de copo-de-leite. Em solidago, ao final do ciclo houve acúmulo máximo nas folhas de 0,040 g planta⁻¹ de Ca, coincidindo com a maior biomassa (Orbes, 2008). Em áster, o acúmulo de Ca nas folhas foi de 0,0098 g planta⁻¹ (Camargo, 2005).

Dos macronutrientes, o Mg foi exigido em menor quantidade ($0,42 \text{ g planta}^{-1}$) pelas plantas de copo-de-leite, mas de forma crescente ao longo do tempo. Dentre as diferentes partes da planta, a parte aérea acumulou as maiores quantidades de Mg seguida das raízes e rizoma que acumularam quantidades semelhantes. Nas hastes florais não foi observado aumento significativo de acúmulo de Mg (Figura 19).

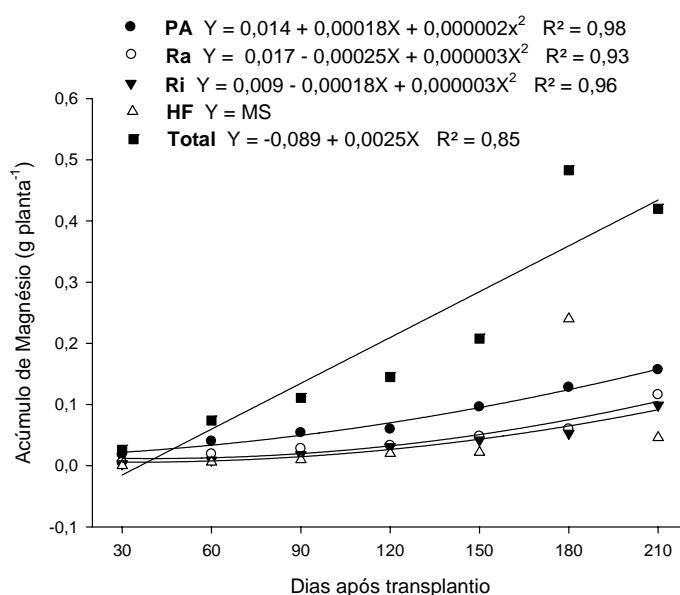


FIGURA 19 Acúmulo de magnésio (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplantio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Em solidago, Orbes (2008), observou no final do ciclo, que as folhas acumularam $0,016 \text{ mg planta}^{-1}$ de Mg. Camargo (2005) estudando a adubação e nutrição de áster cultivado em solo sob estufa, verificou o acúmulo médio de Mg nas folhas de $0,003 \text{ g planta}^{-1}$ e Backes et al. (2008) observou em lisianthus acúmulo de $0,041 \text{ g planta}^{-1}$ de Mg nas folhas. Apesar de ter sido o

macronutriente menos exigido, o copo-de-leite apresenta uma demanda maior por esse nutriente quando comparado a outras espécies.

O acúmulo de S também foi crescente ao longo do tempo e, ao final do período experimental, as plantas acumularam $0,61 \text{ g planta}^{-1}$ de S (Figura 20). Dentre as diferentes partes da planta, a parte aérea acumulou a maior quantidade de S, seguida das raízes e ao contrário, as hastes florais e o rizoma, em média, acumularam, $0,085 \text{ g planta}^{-1}$ e $0,151 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente, em todo o período analisado, valores esses inferiores aos observados para a parte aérea.

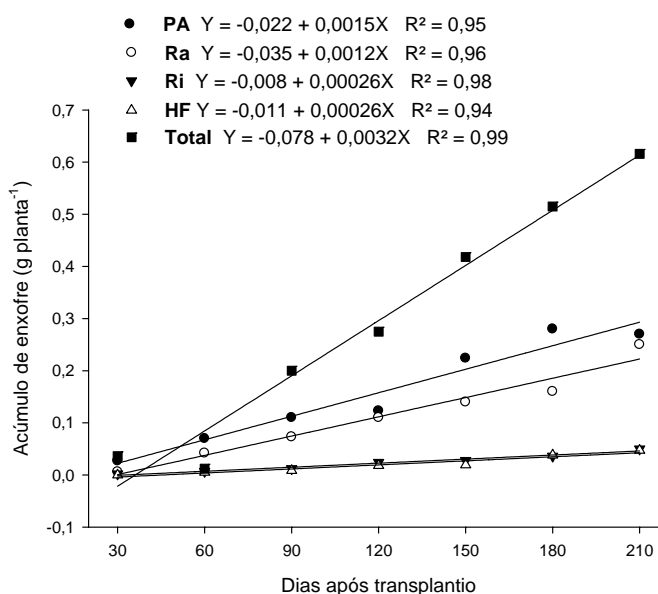


FIGURA 20 Acúmulo de enxofre (g planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Segundo Vitti et al. (2006), a principal função do enxofre é ser constituinte dos aminoácidos, principalmente, a cisteína e metionina, atuando ainda como ativador de certas enzimas. A necessidade de enxofre para o bom

crescimento das plantas varia de 1 a 5 g Kg⁻¹ de matéria seca vegetal, sendo as crucíferas mais exigentes, com teores de 17 g Kg⁻¹ de S. Em copo-de-leite, o S quando em deficiência, é o nutriente que mais compromete a qualidade das hastes florais, segundo Almeida (2007).

De maneira geral, dividindo os valores dos macronutrientes acumulados em toda a planta pelo volume total do vaso (8 dm³), aos 210 dias após o transplântio, em condições ideais (considerando não haver nenhuma perda de nutriente para o meio) a adubação em macronutriente deve ser suficiente para garantir uma concentração média por dm³ de substrato de 280 mg N; 80 mg P; 410 mg K; 260 mg Ca; 50 mg Mg e 77 mg S. Esses resultados indicam que, provavelmente, a adubação em macronutrientes usada neste experimento para o copo-de-leite foi suficiente em garantir o crescimento e desenvolvimento da planta, visto que, não foi observado ao longo do período experimental nenhum sintoma de deficiência e/ou toxidez.

4.2.3 Teor dos micronutrientes na folha

Os valores médios dos teores de micronutrientes B, Cu, Mn, Zn e Fe são apresentados na Tabela 6. Houve diferenças significativas pelo teste F entre os teores para os micronutrientes indicando influencia do tempo.

TABELA 6 Teores de micronutrientes na parte aérea de copo-de-leite em função das diferentes épocas de amostragem.

Dias	B	Cu	Mn	Zn	Fe
mg Kg ⁻¹					
30	52,20	12,70	639,25	264,00	136,35
60	53,58	11,10	727,85	262,85	113,18
90	55,45	10,50	630,52	259,90	114,83
120	48,00	10,80	267,30	209,78	94,30
150	49,00	9,70	253,78	219,25	82,95
180	42,30	8,95	247,25	203,65	76,18
210	43,05	8,63	243,23	188,75	79,55

De acordo com a tabela 6, nota-se que os teores dos micronutrientes foram reduzidos com o tempo, o que pode ser atribuído ao efeito de diluição. Segundo Fontes (2001), modo geral, à medida que as folhas crescem, há uma diluição dos teores, diminuindo a concentração de nutrientes.

Os teores dos micronutrientes nas folhas, aos 210 dias, segue a ordem de Mn>Zn>Fe>B>Cu. Almeida (2007) trabalhando com copo-de-leite em solução nutritiva encontrou a ordem Zn>Mn>Fe>B>Cu, demonstrando assim discrepância na posição dos nutrientes Mn e Zn. Essa mesma autora, cultivando plantas de copo-de-leite em solução completa de Hoagland & Arnon (1950), em uma força iônica de 30% aos 12 meses após de cultivo, verificou que os teores nas folhas de copo-de-leite apresentados para Zn (210,61 mg Kg⁻¹) e Fe (122,84 mg Kg⁻¹), foram superiores aos observados nesse trabalho, enquanto que os teores de B (41,57 mg Kg⁻¹), Cu (10,19 mg Kg⁻¹) e Mn (129,25 mg Kg⁻¹) foram inferiores.

Souza (2009) observou em folhas de copo-de-leite o teor de B de 40,60 mg kg⁻¹ de massa seca, quando foi fornecido 1,10 mg L⁻¹ de boro em solução nutritiva, valor esse bastante próximo ao observado nesse trabalho.

As concentrações de Cu nas plantas, de modo geral, variam entre 2 e 75 mg Kg⁻¹ de massa seca, sendo as concentrações entre 5 e 20 mg Kg⁻¹ adequadas para um crescimento normal das plantas (Dechen & Nachtigall, 2006). Aos 210 dias, o teor de Cu observado em parte aérea foi de 8,63 mg Kg⁻¹.

4.2.4 Acúmulo de micronutrientes

Os acúmulos dos micronutrientes em toda planta aos 210 dias segue a ordem de Zn>Mn >Fe>B>Cu. Observa-se que há uma inversão quando se compara com o teor de nutrientes na parte aérea, como se observa na tabela 5. Isso pode ser justificado pelo fato do Zn se acumular em uma proporção mais significativa no rizoma e o teor ter sido apresentado apenas da parte aérea.

Os valores de acúmulo dos micronutrientes nas plantas de copo-de-leite podem ser observados na tabela 7.

TABELA 7 Acúmulo de micronutrientes em plantas de copo-de-leite em função dos dias de cultivo.

Dias	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	mg planta ⁻¹				
30	0,12	1,08	4,22	1,85	0,36
60	0,37	2,93	11,14	5,76	1,18
90	0,62	4,67	14,26	8,40	1,77
120	0,72	5,22	9,87	9,85	2,21
150	0,83	6,52	12,42	13,99	2,99
180	0,99	9,02	16,11	16,96	3,53
210	1,41	11,86	18,42	21,52	4,52

O acúmulo de cobre foi semelhante na parte aérea e raiz aos 210 dias após o transplântio, sendo de 0,40 e 0,43 mg planta⁻¹, respectivamente. Rizoma e haste floral, acumularam quantidades inferiores de Cu, 0,34 e 0,23 mg planta⁻¹ em relação às demais partes da planta, sendo observado uma tendência do rizoma acumular mais Cu que a haste floral a partir dos 120 dias, conforme demonstrado na Figura 21.

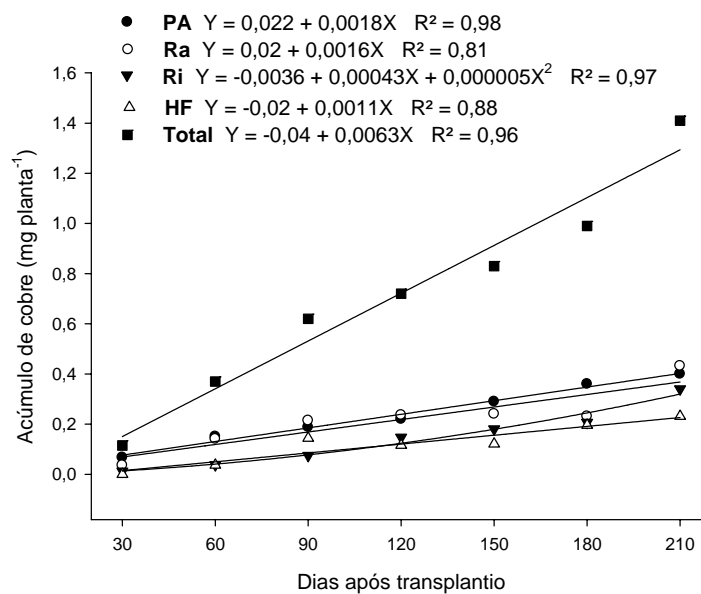


FIGURA 21 Acúmulo de cobre (mg planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplante. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

É interessante ressaltar que o Cu é o micronutriente menos exigido pelo copo-de-leite. Quando se avalia o acúmulo total da planta, observa-se que a exigência em cobre pelo copo-de-leite aumenta a cada 30 dias $0,19 \text{ mg planta}^{-1}$, alcançando aos 210 dias um acúmulo em torno de $1,41 \text{ mg planta}^{-1}$.

O acúmulo de ferro foi distinto nas hastes florais e na parte aérea, sendo este superior na parte aérea, no entanto raízes e rizomas acumularam quantidades semelhantes de Fe após 120 dias de cultivo. Observa-se que nas hastes florais, o incremento a cada 30 dias foi de $0,21 \text{ mg planta}^{-1}$ de Fe (Figura 22), refletindo a baixa exigência neste órgão, sendo o Fe constituinte de compostos encontrados nos cloroplastos, por isso que esse nutriente está presente principalmente na parte aérea. Faquin (2005) relata que cerca de 80% desse elemento localiza-se nos cloroplastos das folhas verdes.

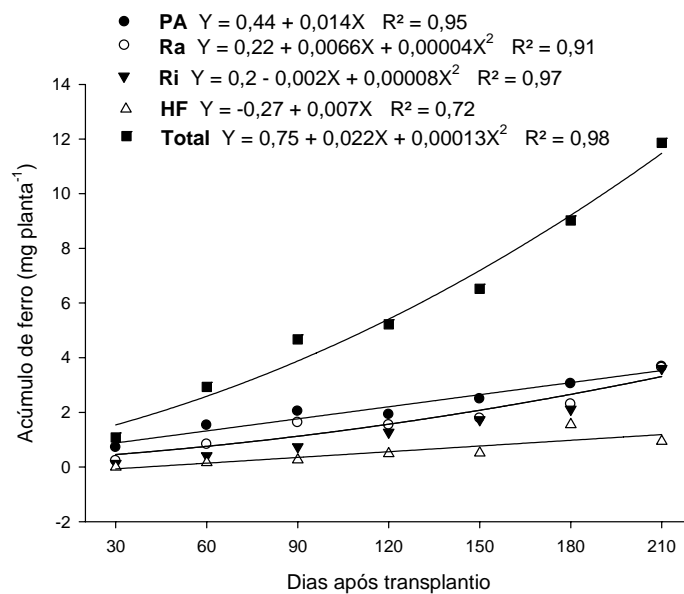


FIGURA 22 Acúmulo de ferro (mg planta⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Analisando-se o acúmulo de manganês (Figura 23) observa-se que esse elemento é mais abundante na parte aérea, comparando-se com as demais partes da planta. Do valor acumulado total aos 210 dias (18,42 mg planta⁻¹), 62% encontram-se na parte aérea 20% no rizoma, 5,9% nas raízes e 12% na haste floral.

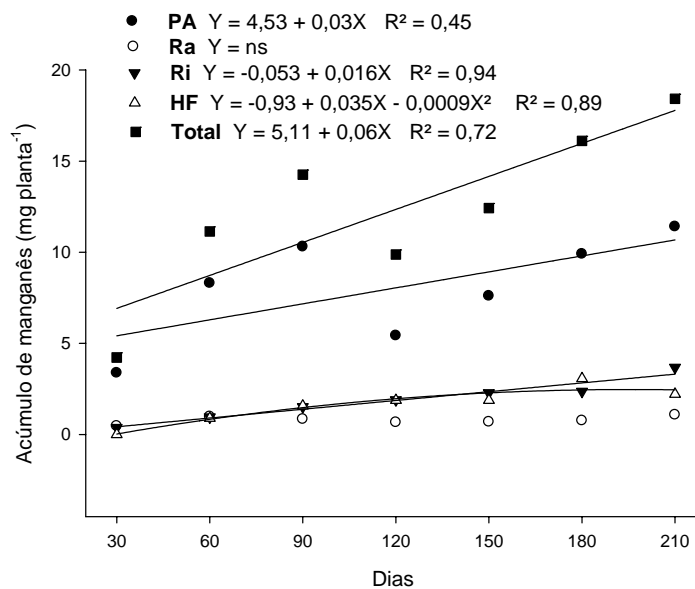


FIGURA 23 Acúmulo de manganês (mg planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

A tendência de acúmulo de zinco foi semelhante aos acúmulos de Cu e Fe com baixos teores nas hastes florais e maior porcentagem na parte aérea (Figura 24). Para as hastes florais e raízes, os incrementos deste nutriente a cada 30 dias foram de $0,42 \text{ mg}$ e $0,48 \text{ mg planta}^{-1}$ respectivamente refletindo baixo acúmulo de Zn nesses órgãos ao longo do tempo.

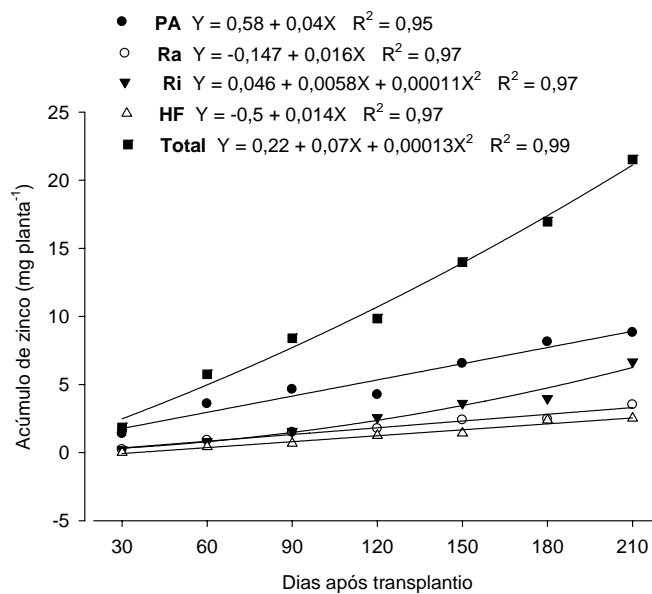


FIGURA 24 Acúmulo de zinco (mg planta^{-1}) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Até 90 dias, o acúmulo de Zn nos rizomas e raízes foi semelhante, porém, a partir desse período, ocorreu um acúmulo significativo nos rizomas de forma crescente até o final do período experimental, quando foi obtido o valor máximo de $6,66 \text{ mg planta}^{-1}$ de Zn.

Aos 210 dias, o acúmulo total de zinco foi em torno de $21,52 \text{ mg planta}^{-1}$ de Zn, evidenciando maior exigência desse micronutriente. Entretanto, a quantidade em zinco é variável em função de espécies e cultivares, encontrando-se na faixa de 20 a 50 mg Kg^{-1} de massa seca, ocorrendo os sintomas de deficiência quando em teores inferiores a 20 mg Kg^{-1} (Furlani & Furlani, 1996).

O acúmulo total de B aos 210 dias foi em torno de $4,52 \text{ mg planta}^{-1}$ de B, sendo esse crescente e linear nas diferentes partes da planta até o final do período analisado (Figura 25). Do valor acumulado total de B aos 210 dias ($4,52$

mg planta⁻¹), 44,25% encontram-se na parte aérea 10,39% no rizoma, 27,88% nas raízes e 17,26% na haste floral.

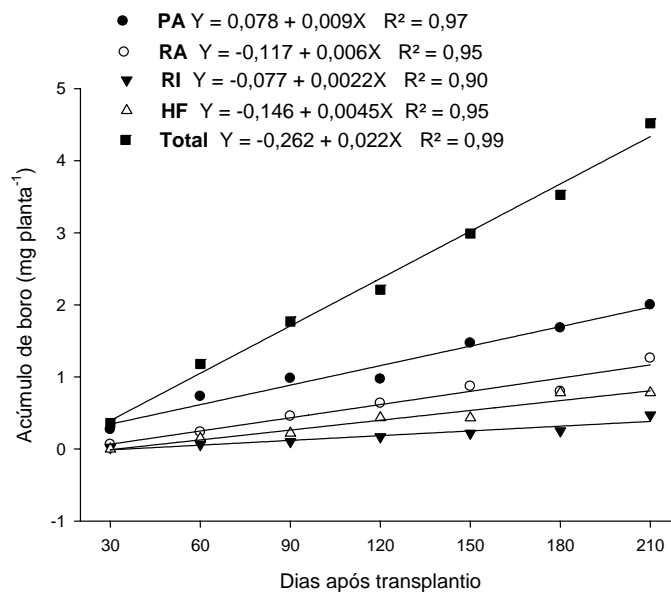


FIGURA 25 Acúmulo de boro (mg planta⁻¹) em plantas de copo-de-leite em função dos dias após o transplântio. Parte aérea (PA), raiz (RA), rizoma (RI), haste floral (HF) e total (Total).

Em trabalho realizado por Souza (2009), também houve maior acúmulo de B na parte aérea de plantas de copo-de-leite, com valores médios de 0,983 mg planta⁻¹ em um período de 210 dias após o transplântio. Entretanto, verificou-se que a parte aérea acumulou aos 210 dias, 6,02 mg planta⁻¹, um valor significativamente superior ao observados por Souza (2009).

As raízes e hastes florais acumularam maior quantidade de boro em todo o período experimental em detrimento dos rizomas, com 1,26 e 0,78 mg planta⁻¹ respectivamente. Apesar da função fisiológica desse nutriente ainda não estar totalmente elucidada, sabe-se da sua importância para o desenvolvimento das regiões meristemáticas, pois está associado à elongação celular e integridade da

parede celular das plantas, (Marschner, 1995; Hu & Brown, 1997; Power & Woods, 1997; Moraes et al., 2002). Em relação à exigência em boro pelas hastes florais, alguns autores relatam que o boro desempenha função importante na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (Calle-Manzano, 1985; Castro et al., 2006).

De maneira geral, dividindo-se os valores acumulados de micronutrientes em toda a planta pelo volume total do vaso (8 dm^3), em condições ideais, ou seja, considerando não haver nenhuma perda de nutriente para o meio, a adubação em micronutriente deve ser suficiente para garantir uma concentração média por dm^3 de substrato de 2,7 mg Zn; 2,3 mg Mn; 1,48 mg Fe; 0,176 mg Cu e 0,56 mg B.

Esses resultados mostram que, provavelmente, a adubação em micronutrientes usada neste experimento para o copo-de-leite foi suficiente para garantir o crescimento e desenvolvimento da planta, visto que, não foi observado ao longo do período experimental nenhum sintoma de deficiência e/ou toxidez.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora grandes progressos venham sendo obtidos por meio das pesquisas, informações sobre parâmetros de crescimento e acúmulo de nutrientes em cultivo de copo-de-leite são praticamente inexistentes, o que tem gerado necessidade de novas pesquisas, considerando a importância crescente dessa cultura, sobretudo na região sul de Minas Gerais.

A introdução de novas formas de manejo no cultivo de copo-de-leite, que considerem clima, substratos e adubação adequados, favorece o desenvolvimento das touceiras, assim como da produção de hastes florais. Seguramente, essas informações sobre o crescimento das plantas e nutrição

mineral representam um avanço na cadeia produtiva do copo-de-leite, capaz de gerar reflexos positivos na produtividade, visto que a área de cultivo é um fator limitante na obtenção de maiores rendimentos no setor da floricultura.

O desenvolvimento das plantas de copo-de-leite apresentou-se de forma acelerada e dinâmica, tanto em relação à planta mãe quanto para as brotações laterais, além de um florescimento precoce. Nesse estudo sobre copo-de-leite, por ser uma planta perene, não se observou pontos de máxima para os parâmetros de crescimento e acúmulos, pois o período de avaliações compreendeu a fase inicial de desenvolvimento.

As curvas de acúmulo são estabelecidas para cada elemento, de acordo com o órgão da planta e a idade. Pelo estudo das curvas de absorção de nutrientes nos vários estádios do ciclo, para certa produção de massa seca, principalmente na fase inicial, é possível estabelecer um planejamento adequado da adubação, evitando carência ou excessos que comprometem o crescimento e a produtividade.

Os resultados obtidos nesse estudo servem de orientação para o fornecimento dos nutrientes em quantidades adequadas, garantindo o desenvolvimento inicial satisfatório e equilíbrio nutricional das mudas.

Uma planta nutrida adequadamente possui uma maior resistência à deficiência hídrica e ao ataque de pragas e doenças. As produtividades alcançadas são maiores e a qualidade do produto final é superior. O resultado é um retorno econômico mais rápido do capital investido pelo agricultor.

6 CONCLUSÕES

- O desenvolvimento das plantas de copo-de-leite foi crescente ao longo do tempo.
- O florescimento de plantas de copo-de-leite foi constante de novembro a junho, com aumento de tamanho das hastes florais ao longo do tempo.
- A composição mineral de todas as partes da planta foi influenciada pelo tempo. Maior acúmulo de macro e micronutrientes ocorreu ao final do período analisado, 210 dias, coincidindo também com o maior acúmulo de massa seca total das plantas.
- O acúmulo de macronutrientes obedeceu a sequência: K>N>Ca>P=S>Mg, e de micronutrientes, Zn>Mn >Fe>B>Cu.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, P. D. O. **Floricultura 2:** cultivo de copo-de-leite. Lavras: UFLA, 2004. 28 p. Texto Acadêmico.
- ARMITAGE, A. **Specialty cut flowers.** Portland: Varsity/Timber, 1993. 369 p.
- BACKES, F. A. A. L.; BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; BACKES, R. L.; FINGER, F. L. Concentração e conteúdo de nutrientes em lisiantus, cultivado em hidroponia, em sistema NFT. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 495-500, dez. 2008.
- BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; KAMPF, A. N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila

expandida para flor de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 593-601, abr. 1999.

BARRET, J. E.; LEONARD, R. T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 5, p. 817-819, Aug. 1997.

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

BLANCHARD, 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.

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. part 2, p. 595- 624.

BRICKELL, C.; ZUK, J.; ZUK, J. D. **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.

CALLE-MANZANO, C. L. **Carência de boro em girassol**. Madri: Hojas, 1985.

CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Aster ericoides* cultivado em solo sob estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 271-274, abr./jun. 2005.

CAMARGO, M. S.; SHIMIZU, L. K.; SAITO, M. A.; KAMEOKA, C. H.; MELLO, S. C.; CARMELLO, Q. A. C. 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.

CASTRO, C.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F. de; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, mar./abr. 2006.

CLEMENS, J.; DENNIS, D. J.; BUTLER, R. C.; THOMAS, M. B.; INGLE, A.; WELSH, T. E. 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. Fertirrigação. In: COSTA, E. E.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Ed.). **Quimigação**. Brasília: Embrapa/Serviço de Produção de Informação, 1994. p. 210-228.

COSTA, A. C. S.; LOPES, L. F.; D'OLIVEIRA, P. S.; SILVA, M. A. da; GIL, L. G.; ROCHA, R. A. A. Acúmulo de Zn, Fe e Pb em plantas de crisântemo após cultivo em substrato contendo doses de resíduos industriais de galvanoplastia. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 407-411, dez. 2004.

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.

DUFOUR, L.; GUÉRIN, V. Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, n. 2, p. 269-282, June 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.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

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

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

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

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.

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

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: The College of Agriculture University of California/California Agricultural Experimental Station, 1950. 32 p. (Circular, 347).

HU, H.; BROWN, P. H. Absortion of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, n. 2, p. 49-58, June 1997.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. **Floricultura: produção e comercialização no estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2008. 101 p.

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, jan./fev. 2009.

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

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

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.

MÁRQUEZ, M. P. **Zantedeschia**. Colômbia: Ediciones Hortitecnia, 1999. 54 p.

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

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

MARTINEZ, E. P. M.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 143-168.

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.

MEDINA, G. A.; AMEZQUITA, M. O. de; BOLIVAR, J. L.; RAMÍREZ, P. J. Acumulación y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en *Gypsophila paniculata* L. cv. Perfecta. **Agronomía Colombiana**, Bogota, 1999. p. 46-50.

MENGEL, K.; KIRKBY, A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MORAES, L. A. C.; MORAES, V. H. F.; MOREIRA, A. Relação entre flexibilidade do caule de seringueira e a carência de boro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1431-1436, out. 2002.

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 las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. **Agrociencia**, v. 40, p. 77-88, 2006.

PEDROSA, M. W. Concentração e acúmulo de nutrientes em plantas de *Gypsophila paniculata* L. cultivadas em solução nutritiva. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 6, n. 1/2, p. 19-30, jun. 2000.

POWER, P. P.; WOODS, W. G. The chemistry of boron and its speciation in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, n. 2, p. 1-13, June 1997.

RAIJ, B. V. Princípios de correção e de adubação para mudas e para produção comercial. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 75-84.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Potafós: informações agronômicas**, n. 103, arquivo do agrônomo n. 15, setembro de 2003.

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

SELMER-OLSEN, A. R.; GISLEROD, H. R. Effect of root temperature on nutrient uptake by chrysanthemum. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 126, p. 427-433, 1981.

SILBERBUSH, M.; LIETH, J. H. Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (*Rosa hybrida*) along successive flower-cut cycles: a model and its calibration. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 101, n. 1/2, p. 127-141, May 2004.

SILVA, M.A.G. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 86f: Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, MG, 1998.

SOUZA, R. R. de. **Desenvolvimento de copo-de-leite sob doses de Boro em solução nutritiva**. 2009. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

SOUZA, V. F. de; COELHO, E. F. Manejo de fertirrigação em fruteiras. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. v. 2, cap. 2, p. 71-103.

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

THOMAZ, 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, 753 p.

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

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. 145p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

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.

ZERCHE, S. Nitrogen uptake and total dry matter production of CUT chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* hybrids) in relation to shoot height and planting date. **Gartenbauwissenschaft**, v. 62, n. 3, p. 119-128, 1997.

ZHENG, C.; OBA, S.; MALSUI, S.; HARA, T. Effects of calcium and magnesium treatments on growth, nutrient contents, ethylene production, and gibberellin content in chrysanthemum plants. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 74, n. 2, p. 144-149, 2005.