

CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM CRISÂNTEMOS DE CORTE, CULTIVADOS EM HIDROPONIA, SOB DIFERENTES DOSES DE CÁLCIO

CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN CUT CHRYSANTHEMUM, CULTIVATED IN A HYDROPONIC SYSTEM, ON THE RESPONSE TO CALCIUM DOSES

Maurício Soares BARBOSA¹; José Geraldo BARBOSA²; Hermínia Emília Prieto MARTINEZ²; José Antônio Saraiva GROSSI²; Fernando Pinheiro REIS³; Telma M. PONTES³; Mariana Rubim RAIMUNDO³

1. Doutorando em Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, Brasil. mausbarbosa@yahoo.com.br; 2. Professor(a), Doutor(a), Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia - UFV herminia@ufv.br; 3. Pós-Graduandos, Departamento de Fitotecnia - UFV

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de cálcio sobre a matéria seca e a composição mineral de plantas de crisântemo conduziu-se um experimento em casa de vegetação sob sistema hidropônico de três fases utilizando-se cascalho como substrato. Foi usado o delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo as doses de cálcio (1,0; 2,5; 4,0; 5,5 mmol L⁻¹) dispostas nas parcelas e variedades (Blush Hawaii, Calabria e Dark Flamengo) nas subparcelas, com 3 repetições. Para as diferentes doses de cálcio utilizou-se solução nutritiva completa. Foram avaliados a massa da matéria seca da folha, caule, inflorescência e parte aérea da planta e concentração de nutrientes nas folhas. As variedades Calabria e Blush Hawaii apresentaram-se com maior produção de matéria seca em relação à Dark Flamengo. A solução nutritiva com 4,0 mmol.L⁻¹ proporcionou uma melhor concentração de macro e micronutrientes para as 3 variedades de crisântemos estudadas, não sendo observado efeito da concentração de cálcio na produção de matéria seca.

PALAVRAS CHAVE: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Solução nutritiva. Nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O setor da floricultura no Brasil vem apresentando rápido crescimento, tornando-se uma alternativa viável de investimento em virtude de demandar áreas pequenas para cultivo de espécies de ciclo de produção curto, o que permite giro rápido de capital (FARIAS; SAAD, 2005). O crisântemo é uma das flores mais populares do mundo e, juntamente com as rosas, os cravos e mais recentemente as gérberas, faz parte do elenco básico de todas as lojas de flores (GRUSZYNSKI, 2001). Segundo o IBRAFLOR (2004), quase metade do total das exportações, cerca de 8,5 milhões de dólares de janeiro a setembro de 2004, são de mudas de flores, principalmente estacas de crisântemo.

O cultivo de crisântemo para corte é feito em canteiros, empregando-se misturas de solo e matéria orgânica, onde se realizam adubações concentradas, buscando-se o máximo de qualidade e rendimento. Nos leitos de cultivo é comum ocorrerem problemas como perdas de adubo, salinização e infestação progressiva de microorganismos do solo (BARBOSA et al., 2000). Por outro lado, o ciclo curto da cultura, o alto retorno financeiro aliados à melhoria da qualidade pós-colheita das flores sugerem o uso da técnica do cultivo hidropônico em

floricultura, particularmente para o crisântemo (HANSEN, 1999).

Para Martinez (2002), o cultivo em soluções nutritivas é uma ferramenta valiosa para o estudo das exigências nutricionais de diferentes espécies de vegetais, assim como outras aplicações em pesquisa como o estabelecimento de sintomas de carência de nutrientes e níveis internos a eles relacionados, além de concentrações ou faixas críticas de nutrientes nos tecidos.

De acordo com Marschner (1998) o sucesso para uma produção economicamente viável de qualquer cultura depende do manejo nutricional adequado, já que a absorção de nutrientes pelas plantas ocorre de forma diferenciada, de acordo com os estádios fenológicos, condições climáticas, meio de cultivo e condições de manejo nutricional e idade da planta.

O cálcio está envolvido em vários processos do crescimento até ao processo de senescência das plantas, pois influencia a estrutura e função da membrana e parede celular, estabilizando a membrana pela ligação entre fosfatos e grupos carboxílicos de fosfolipídios e proteínas (HALEVY et al., 2001). Em tecidos deficientes em cálcio o prejuízo da integridade

da membrana conduz ao aumento na velocidade da respiração e na degradação líquida de proteínas e clorofila, levando à senescência (TAIZ; ZEIGER, 2003).

O incremento de cálcio via solução nutritiva pode ser relacionado com a absorção e concentração dos nutrientes nas plantas, podendo causar deficiência ou toxidez nos tecidos foliares. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de cálcio sobre a composição mineral e o acúmulo de matéria seca em crisântemos de corte, cultivados em hidroponia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Floricultura, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, sob condições de casa de vegetação. Utilizou-se o modelo em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo as doses de cálcio (1,00; 2,50; 4,00; 5,50 mmol L⁻¹) dispostas nas parcelas e 3 variedades de crisântemos nas subparcelas, com 3 repetições. O sistema hidropônico utilizado foi de subirrigação, caracterizado como de três

fases, usando cascalho como substrato para sustentação das plantas.

Para as diferentes doses de cálcio utilizou-se solução nutritiva recomendada por Barbosa (2003) modificada com 11,51; 2,88; 1,95; 12,92; 1,00; 2,44 mmol L⁻¹ de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, P-H₂PO₄⁻, K⁺, Mg²⁺, S-SO₄⁻² e 30,00; 5,00; 50,00; 40,00; 0,10; 2,00 μmol L⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, respectivamente. Foram utilizadas as variedades Blush Hawai (rosa), Calabria (branca) e Dark Flamengo (roxa), pertencente ao grupo decorativo.

O cultivo foi realizado em 4 calhetões de amianto de 6,60 m de comprimento x 0,84 m de largura x 0,18 m de profundidade, que foram assentados a aproximadamente 1,0 m acima do nível do solo. No leito de cultivo utilizou-se o espaçamento de 12 x 10 cm, sendo que cada unidade experimental continha 6 fileiras de plantas (duas por variedade) com 16 plantas por fileira. Além das 6 fileiras procedeu-se o plantio nas laterais das bancadas, cujas plantas funcionaram como bordaduras (Figura 1). As mudas com raízes foram obtidas da empresa RICAFIOR®.

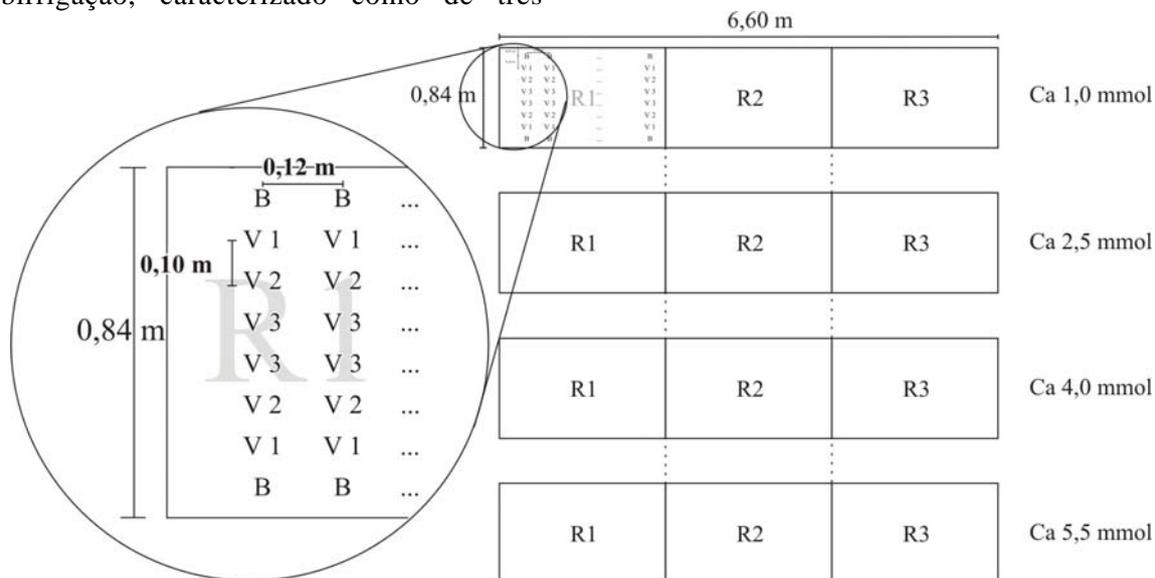


Figura 1. Esquema do delineamento experimental.

Para o crescimento vegetativo as plantas foram mantidas sob 40 dias longos (DL) com 16 horas de luz, sendo 4 horas através de luz artificial. Após esse período as plantas foram mantidas sob 35 dias curtos (DC), para indução ao florescimento, cobrindo-se as bancadas de plantio com uma lona preta das 17 às 7 horas. Após a indução, eliminou-se o botão principal e as plantas foram mantidas sob dias normais até a

data da colheita (2/3 das inflorescências abertas). Durante o experimento foi realizado tutoramento, para evitar tombamento das plantas.

Foram preparadas quatro diferentes soluções e armazenadas em reservatórios (1.000 L) de fibra de vidro, previamente impermeabilizados com igol. O volume total de solução para cada bancada foi de 750 L Um conjunto moto-bomba de 0,5 HP foi acoplado em

cada reservatório para fornecimento da solução, numa vazão de 90 litros por minuto.

A circulação das soluções nutritivas foi controlada por 4 temporizadores, ligados aos 4 reservatórios contendo as soluções nutritivas com diferentes doses de cálcio. Esses acionavam o sistema por 15 minutos, a cada intervalo de 1 hora, das 7 às 19 horas. No período noturno, o sistema foi acionado por 15 minutos, a cada 3 horas. A reposição do volume de água foi efetuada quando o volume das soluções atingiu 90% do total do reservatório de fibra de vidro (900 L). O pH e a condutividade elétrica (CE) foram monitorados diariamente. A correção do pH foi feita para valores entre 5,50 a 6,50, utilizando-se soluções de NaOH 1 mol L⁻¹ ou de HCl 1 mol L⁻¹, conforme a necessidade. A reposição dos nutrientes foi realizada quando a CE atingiu 70% do valor inicial.

As plantas de cada variedade foram coletadas quando 2/3 das inflorescências estavam abertas e foram avaliados: massa da matéria seca da folha, do caule, da inflorescência e da parte aérea. Para determinação da concentração de nutrientes as folhas foram coletadas e secas em estufa simples, a 70 °C, por 72 horas, sendo em seguida pesadas, moídas e digeridas em mistura nítrico-perclórica. No extrato obtido, foram feitas as determinações de fósforo, enxofre por espectrofotometria uv-vísivel; potássio, por fotometria de chama; cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês, por espectrofotometria de absorção atômica. Para o boro foi realizada

uma digestão via seca e a determinação foi realizada por espectrofotometria uv-vísivel. As determinações do nitrogênio orgânico foram feitas pelo método de Nessler (JACKSON, 1958) e os teores de nitrato, segundo Cataldo et al. (1975). O teor de nitrogênio total foi obtido através da soma das duas frações.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, sendo as médias testadas pelo teste de Newman keuls a 5% de probabilidade, para os tratamentos qualitativos. Para os tratamentos quantitativos (doses de cálcio) foram ajustados modelos de regressão, sendo selecionadas dentro das equações de regressão, aquelas de efeito significativo, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade e de maior soma de quadrado, ou seja, maior R².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matéria seca da folha, do caule, da inflorescência e da parte aérea

As doses de cálcio não afetaram a produção de matéria seca da folha (MSF), do caule (MSC), da inflorescência (MSI) e da parte aérea (MSPA). Houve diferenças em função das variedades com exceção das características MSC e MSI, e isto foi devido, provavelmente ao genótipo (Tabela 1). Segundo Barbosa *et al.* (2005) é desejável que os valores de matéria seca sejam elevados, o que pode representar plantas fortes e consistentes, e, no caso de flores cortadas, maior vida pós-colheita.

Tabela 1. Produção de matéria seca da folha (MSF), do caule (MSC), da inflorescência (MSI), parte aérea (MSPA) e ciclo de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico.

Variedades	Valores Médios (g)				
	MSF	MSC	MSI	MSPA	Ciclo (dias)
Dark Flamengo	6,49 c	11,12 a	6,65 b	24,26 b	98,1 b
Calabria	12,31 b	13,07 a	10,98 a	36,35 a	93,2 a
Blush Hawaii	16,37 a	12,73 a	9,57 ab	38,67 a	92,5 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Newman keuls, 5%.

Concentração de Nutrientes

Em termos de cultivares observou-se diferenças significativas para todos os nutrientes (NO₃⁻; NH₄⁺; NTOT; K; Ca e Mg), provavelmente em razão das diferenças genotípicas (Tabela 2).

Nitrogênio

Roude et al. (1991) estudando concentração de nitrogênio total na variedade Iridon de crisântemo, cultivado em sistema de fertirrigação, encontrou valor de 3,70% nas folhas sem sintomas de deficiência. Jones Jr. et al.

(1991) sugerem 3,00 a 5,00% como teor médio de nitrogênio em folhas de crisântemo, estando os valores obtidos, para todas as variedades, dentro da faixa sugerida.

Potássio

Os valores obtidos para a concentração de potássio foram menores que os encontrados por Lima (1987) e Barbosa et al. (2000) (Tabela 2), que cultivando variedades de crisântemos de corte (Golden e Yellow Polaris) em hidroponia encontraram 3,75% e 7,20%, respectivamente. Haag et al. (1989) sugerem teor médio da ordem de 2,83% de K nas folhas de crisântemos para corte, valor próximo dos encontrados neste trabalho, entre 2,70% a 3,14%. As doses de cálcio não afetaram a concentração de potássio nas folhas.

Cálcio

Em relação à concentração de cálcio nas folhas (Tabela 2), Barbosa et al. (2000) encontraram valores entre 2,13 e 2,81% de cálcio

nas folhas da variedade Yellow Polaris de crisântemo de corte, cultivado em sistema hidropônico. Entretanto, Jones Jr. et al. (1991) e Haag et al. (1989) sugerem valores médios da concentração de cálcio nas folhas de crisântemos de 1,50%, à semelhança dos valores obtidos. Lima (1987) observou sintomas visuais de deficiência de cálcio para a variedade Golden Polaris com concentrações nas folhas abaixo de 0,46%. Os valores obtidos no presente trabalho estão dentro da faixa de normalidade.

Magnésio

Para concentração de magnésio nas folhas de crisântemos (Tabela 2), os resultados obtidos entre 0,14% a 0,22%, foram inferiores aos encontrados por Barbosa et al. (2000). Lima (1987) cultivando crisântemos para corte, Yellow e Golden Polaris, em solução nutritiva, relata valores da ordem de 0,45 e 0,20% de Mg, respectivamente. Entretanto não foi observado sintomas de deficiência de magnésio.

Tabela 2. Concentração de nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+), nitrogênio total (NTOT), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico.

Variedades	Valores Médios (dag kg^{-1})					
	NO_3^-	NH_4^+	NTOT	K	Ca	Mg
Dark Flamengo	0,272 b	4,009 a	4,281 a	2,703 b	1,584 a	0,176 b
Calabria	0,186 c	2,894 c	3,081 b	3,141 a	1,479 b	0,144 c
Blush Hawai	0,340 a	3,770 b	4,110 a	3,084 a	1,578 a	0,223 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Newman keuls, 5%.

Fósforo

As três variedades tiveram comportamento semelhante em relação à concentração de fósforo, à exceção da solução nutritiva com $5,50 \text{ mmol L}^{-1}$ de cálcio quando ocorreu maior concentração para a variedade Dark Flamengo em relação às demais (Tabela 3). Os

teores de fósforo (0,19% a 0,32%) encontrados estão próximos dos relatados por Lima (1987) e Barbosa et al. (2000), que observaram valores de 0,24 e 0,28%, para as variedades Golden e Yellow Polaris, respectivamente, ambos cultivando crisântemos para corte em sistema hidropônico.

Tabela 3. Valores médios para concentração de fósforo (P) na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico para diferentes doses de cálcio.

Variedades	P (dag Kg ⁻¹)			
	Doses de Cálcio (mmol L ⁻¹)			
	1,0	2,5	4,0	5,5
Dark Flamengo	0,224 a	0,202 a	0,243 a	0,315 a
Calabria	0,226 a	0,194 a	0,214 a	0,226 b
Blush Hawaii	0,207 a	0,189 a	0,250 a	0,222 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Newman keuls, 5%.

Enxofre

As variedades apresentaram comportamento semelhante para concentração de enxofre em relação às doses de 1,00 e 4,00 mmol L⁻¹ de cálcio, enquanto a dose de 2,50 mmol L⁻¹ de cálcio possibilitou maior concentração para a variedade Dark Flamengo e Blush Hawaii em relação à Calabria. Na dose 5,50 mmol L⁻¹ a variedade Dark Flamengo foi

superior às demais variedades (Tabela 4). Esses valores são superiores ao nível crítico para deficiência de 0,10% encontrado por Lima (1987) cultivando crisântemo para corte Golden Polaris, mas são inferiores as concentrações de enxofre (0,24%) encontradas por Barbosa et al. (2000) cultivando crisântemos para corte Yellow Polaris. Não foi observado sintoma visual de deficiência de enxofre.

Tabela 4. Valores médios para concentração de enxofre (S) na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico para diferentes doses de cálcio.

Variedades	S (dag kg ⁻¹)			
	Doses de Cálcio (mmol L ⁻¹)			
	1,0	2,5	4,0	5,5
Dark Flamengo	0,115 a	0,147 a	0,142 a	0,155 a
Calábria	0,112 a	0,095 b	0,129 a	0,100 b
Blush Hawaii	0,113 a	0,127 a	0,120 a	0,108 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Newman keuls, 5%.

Micronutrientes

A Tabela 5 mostra o comportamento da concentração dos micronutrientes para as três variedades de crisântemos. Segundo Kofranek (1997) a concentração crítica de manganês nas folhas de crisântemo de corte deve ser de aproximadamente 200 ppm. Jones Jr. et al. (1991) relatam valores da ordem de 150 ppm. Os valores obtidos são menores do que os sugeridos por esses autores, não sendo observado sintoma de deficiência visual em relação a esse nutriente. Para zinco e boro as faixas de valores sugeridos por Kofranek (1997) são de 7 a 36 e de aproximadamente 25 ppm, respectivamente, sendo o valor crítico para o boro de 200 ppm,

observando-se que os valores encontrados para as concentrações desses elementos para as variedades estudadas estão dentro dessas faixas. Para ferro e cobre o autor relatou que não existe estimativa adequada para as concentrações desses elementos nas folhas de crisântemos de corte, enquanto Jones Jr. et al. (1991) encontraram valores médios da ordem de 15 e 150 ppm para cobre e ferro respectivamente, nas folhas de crisântemos. Não houve sintomas visuais de deficiência ou toxidez para cobre e ferro. As doses de cálcio não afetaram os teores de micronutrientes nas folhas e as diferenças observadas provavelmente são devidas aos diferentes genótipos.

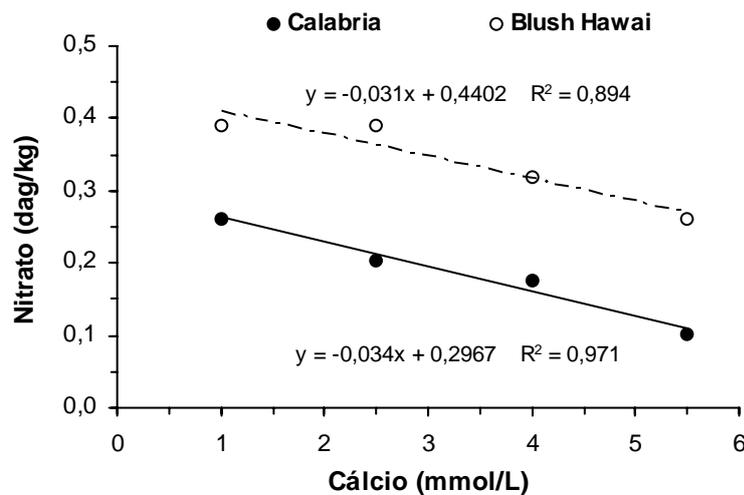
Tabela 5. Concentração de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B) na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico.

Variedades	Valores Médios (mg kg ⁻¹)				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Dark Flamengo	384,48 b	96,60 c	33,00 a	14,60 a	42,26 b
Calabria	430,50 b	106,76 b	20,72 b	18,00 a	56,09 a
Blush Hawaii	507,78 a	144,83 a	22,80 b	16,20 a	52,54 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Newman keuls, 5%.

As doses de cálcio afetaram significativamente a concentração de nitrato nas folhas de crisântemo das variedades Calabria e Blush Hawaii. O modelo de regressão linear foi o que melhor se ajustou aos dados, observando-se que à medida que se aumentaram as doses de cálcio reduziram-se os teores de nitrato nas folhas (Figura 2). De acordo com Marschner (1998) a taxa de absorção do cátion acompanhante pode afetar a redução do nitrato. Com o potássio como o cátion acompanhante, a translocação de ambos, potássio e nitrato, para a

parte aérea é rápida; correspondentemente, a redução de nitrato na raiz é relativamente baixa. Ao contrário, sendo cálcio ou o sódio o cátion acompanhante, a redução do nitrato na raiz é consideravelmente maior, diminuindo a sua translocação para a parte aérea. Com aumento da concentração de cálcio, houve aumento da concentração de cloro (Cl⁻) para balanceamento da solução nutritiva, podendo este, estar competindo pelos sítios de absorção com o nitrato.

**Figura 2.** Concentração de nitrato na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico em função da aplicação de doses de cálcio.

A concentração de cálcio nas folhas de crisântemos em função das doses de cálcio pode ser visualizada na Figura 3, sendo que, o modelo de regressão linear foi o que melhor se ajustou aos dados, para as três variedades. Em termos de teores de cálcio, houve aumento na concentração nas folhas das três variedades com aumento das doses de cálcio, observando-se maior

concentração na variedade Dark Flamengo, seguida da variedade Blush Hawaii. Higaki *et al.* (1980) estudando a deficiência de cálcio em antúrio também encontrou aumento linear para concentração de cálcio nas folhas, da ordem de 0,13; 0,88 e 1,16%, em função da aplicação de 0,00, 2,50 e 5,00 mmol L⁻¹ de cálcio.

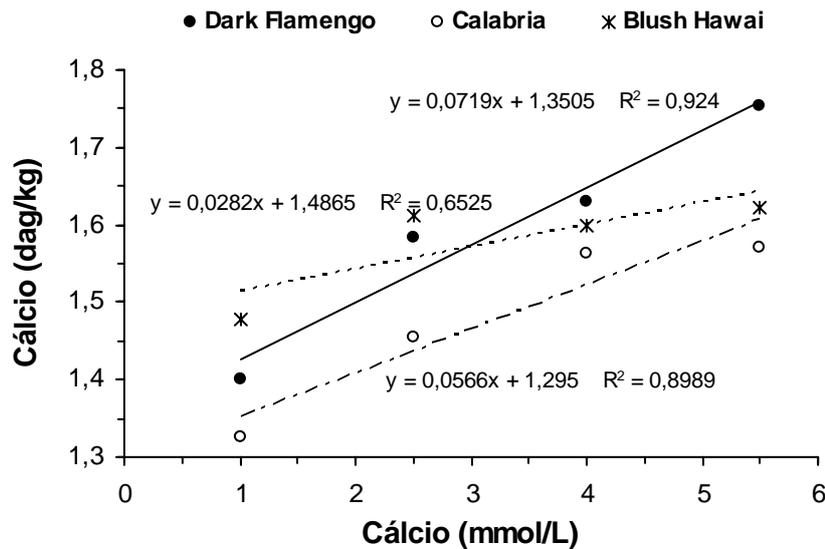


Figura 3. Concentração de cálcio na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico em função da aplicação de doses de cálcio.

As diferentes doses de cálcio afetaram significativamente a concentração de magnésio. Para as variedades Calabria e Blush Hawai essa relação pode ser visualizada na Figura 4 e o modelo de regressão quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados. Para a variedade Dark Flamengo não houve efeito significativo. Ocorreu aumento nas concentrações de magnésio nas folhas das variedades Calabria e Blush Hawai até as doses de 2,84 e 2,98 mmol L⁻¹ de cálcio,

respectivamente, seguido de decréscimo. Segundo Marschner (1998) a deficiência de magnésio é induzida por cátions competitivos, sendo frequente e ocorrendo possivelmente devido à depreciação de sua taxa de absorção por outros cátions, tais como K⁺, NH₄⁺ e Ca²⁺, o que explicaria os resultados, ou seja, redução da concentração de magnésio a partir de dosagens competitivas de cálcio.

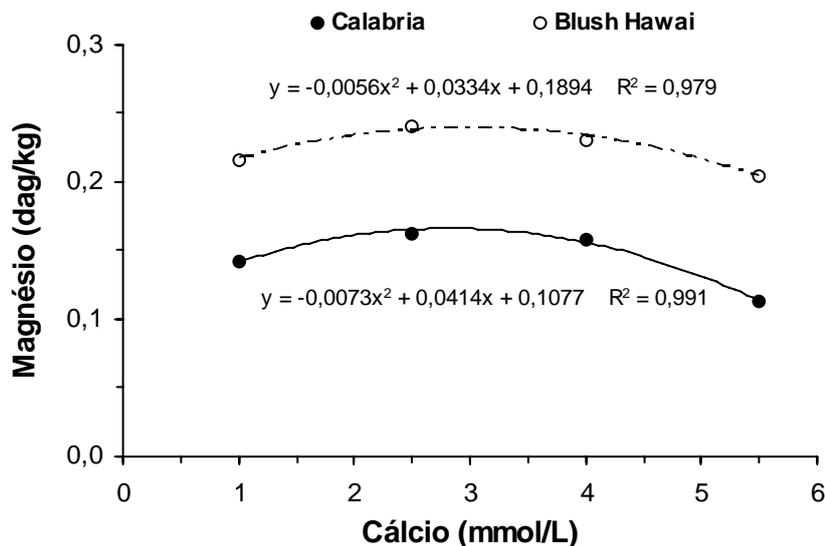


Figura 4. Concentração de magnésio na matéria seca das folhas de variedades de crisântemos cultivados em sistema hidropônico em função da aplicação de doses de cálcio.

CONCLUSÃO

Houve adequada concentração de macronutrientes e acúmulo de matéria seca para

o crescimento e desenvolvimento das plantas de crisântemos sob as diferentes doses de cálcio, sendo que a solução nutritiva com 4,00 mmol.L⁻¹ proporcionou melhor concentração de

macronutrientes. As concentrações de micronutrientes nas folhas de crisântemos foram adequadas para as três variedades estudadas para

qualquer dose de cálcio aplicada via solução nutritiva.

ABSTRACT: To verify the dry matter and concentration of nutrients in the leaves of different varieties of chrysanthemum in response to the calcium an experiment was conducted in a green house using a three-phase hydroponic system on a gravel substrate. It was set up in a completely random blocks with split-plot design, using four calcium doses (1.00; 2.50; 4.00; 5.50 mmol L⁻¹) in the plots disposed and chrysanthemum varieties (Blush Hawaii, Calabria and Dark Flamengo) in the subplots with three repetitions. Complete nutrient solutions were used with the different calcium doses. The following factors were evaluated: dry matter weight of leaf, stem, inflorescence and part aerial and concentration of nutrients in the leaves. The varieties Calabria and Blush Hawaii were the most productive of dry matter. The best development and growth of the varieties of chrysanthemum was obtained when used the nutrient solution with 4,0 mmol L⁻¹ of calcium, also happening an appropriate concentration of nutrients in the leaves. It wasn't observed effect of calcium concentration in dry matter.

KEYWORDS: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. Nutrition solution. Mineral nutrition.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. G.; KAMPF, A. N.; MARTINEZ, H. E. P.; KOLLER, O. C.; BOHNEN, H. Chrysanthemum cultivation in expanded clay. Effect of the nitrogen-phosphorous-potassium ratio in the nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 23, n. 9, p. 1327-1336, 2000.
- BARBOSA, J. G. **Crisântemos – Produção de mudas; Cultivo para corte de flor; Cultivo em vaso e Cultivo hidropônico**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2003. 220 p.
- BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, R. A.; CARDOSO, A. A.; BARBOSA, M. S. Concentração de nutrientes em crisântemos de vaso, cultivado sob diferentes relações NO₃⁻/NH₄⁺. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 387-394, 2005.
- CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHARDEN, M. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. **Community Soil Science Plant Anal**, v. 6, p. 71-81, 1975.
- FARIAS, M. F.; SAAD, J. C. C. Crescimento e qualidade de crisântemo cultivado em vaso sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 740-742, 2005.
- GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda, 2001. 166 p.
- HAAG, H. P.; MINAMI, K.; LIMA, A. M. L. N. **Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais**. 1. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1989. 298 p.
- HALEVY, A. H.; TORRE, S.; BOROCHOV, A.; PORAT, R. Calcium in regulation of postharvest life of flowers. **Acta Horticulturae**, Leiden, v. 543, p. 345-341, 2001.
- HANSEN, R. Chrysanthemums grown in hydroponics; toward development of a cost effective, automated production system. **Acta Horticulturae**, Leiden, v. 481, p. 297-304, 1999.
- HIGAKI, T.; RASMUSSEN, H. P.; CARPENTER, W. J. Color breakdown in Anthurium (*Anthurium andreanum* Lind.) spathes caused by calcium deficiency. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, p. 441-444, 1980.
- IBRAFLOR. Beleza para exportar. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.deere.com.br>. Acesso em: 17 mar. 2006.

- JACKSON, M. L. **Nitrogen determination for soil and plant tissue**. In: JACKSON, M. L. Soil Chemical Analyses. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. p. 183-204.
- JONES Jr., J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro, 1991. 188 p.
- KOFRANEK, A. M. **Cut chrysanthemums**. In: LARSON, R. A. Introduction to floriculture. San Diego: Academic Press, 1997. p. 3-42.
- LIMA, A. M. L. P. **Absorção de nutrientes e deficiência de macronutrientes e boro no crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cultivar Golden Polaris**. 1987. 135 p. Dissertação (Mestrado em Solos), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1998. 889 p.
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61 p. (Caderno Didático 1).
- ROUDE, N.; TERRIL, A. N.; BARRET, E. Longevity of potted chrysanthemum at nitrogen and potassium concentration and $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ ratios. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 163-165, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane Romanato Santarém ... (et. al). 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2003. 719 p.