

SOLUÇÕES NUTRITIVAS NO DESENVOLVIMENTO DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO

Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante^{1,2}; Kathia Fernandes Lopes Pivetta²; Ítalo Herbert Lucena Cavalcante¹; Lourival Ferreira Cavalcante³; Paulo Affonso Bellingieri⁴

¹ Engenharia Agrônômica, Campus Profa. Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, zunete@yahoo.com.br

² Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

³ Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

⁴ Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

1 RESUMO

Devido às informações sobre a solução nutritiva mais adequada ao cultivo de crisântemo de vaso ainda serem incongruentes, objetivou-se avaliar diferentes soluções nutritivas sobre o desenvolvimento do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso na FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com avaliação em parcelas subdivididas no tempo, com os tratamentos correspondentes a quatro diferentes soluções nutritivas compostas de fertilizantes comerciais (S1, S2, S3 e S4) e avaliadas em seis épocas (0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento - DAE), com cinco repetições. Foram avaliados a altura de plantas; área foliar; número de folhas; diâmetro de haste; massa seca de parte aérea, raízes e total; número e o diâmetro de inflorescências; e, os índices fisiológicos da análise de crescimento. As soluções nutritivas não interferiram significativamente no diâmetro de haste, número e diâmetro de inflorescências e massa seca de raízes. Entretanto, S3 e S4 promoveram a maior altura de plantas, área foliar, número de folhas, massa seca da parte aérea e total. A partir dos índices fisiológicos, observou-se que as plantas apresentaram um crescimento vegetativo acelerado dos 14 aos 28 DAE, destacando-se as soluções S3 e S4.

UNITERMOS: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., índices fisiológicos, nutrição mineral.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; PIVETTA, K. F. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; BELLINGIERI, P. A. NUTRITIVE SOLUTIONS FOR DEVELOPMENT OF POTTED CHRYSANTHEMUM

2 ABSTRACT

Although the information about nutritive solution for potted chrysanthemum is still incongruent, the objective of this work was to evaluate the effect of nutritive solutions in the development of Miramar chrysanthemum cultivated in pots at FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP. The experiment had a randomized block design with split-plot evaluation and treatments corresponding to four nutritive solutions consisting of commercial fertilizers (S1, S2, S3, S4) evaluated at 0, 14, 28, 42, 56 and 70 days after rooting (DAE), with five replications. The plant height, leaf area, number of leaves, stem diameter, total dry matter mass of aerial part

and roots; number and diameter of inflorescences, and physiological indexes of growth analysis were evaluated. The nutritive solutions did not interfere significantly in stem diameter, number and diameter of inflorescences and dry matter of roots, although S3 and S4 provided the highest plants, leaf area, number of leaves, total dry matter of aerial part. The physiological indexes showed that plants presented an accelerated growth from 14 to 28 DAE with S4 and S3 solutions and therefore they were considered the best solutions.

KEYWORDS: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., physiological indexes, mineral nutrition.

3 INTRODUÇÃO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) é uma das plantas mais cultivadas em todo o mundo e uma das flores mais populares, juntamente com as rosas, cravos e gérberas, fazendo parte do elenco básico das floriculturas. O sucesso como flor de corte e em vaso deve-se à precisão com que responde ao comprimento do dia (fotoperíodo) para a indução floral, à diversidade de cores e formas, resistência ao transporte, excelente durabilidade e adaptabilidade a diferentes regiões (Barbosa, 2003).

A indústria da floricultura vem se desenvolvendo com o objetivo de alcançar elevados padrões de qualidade, a partir de sistema produtivo que, além de reduzir os custos de produção, minimize os danos ambientais, levando sempre em consideração a qualidade final do produto, incluindo padronização e tornando o produtor mais competitivo.

Para o adequado desenvolvimento da planta e obtenção de produtividade satisfatória, é essencial a reposição de água e nutrientes, em quantidade e momento adequados. Entretanto, o conhecimento de vários fatores que cercam esse sistema é de difícil compreensão por parte dos produtores, que necessitam de resultados de pesquisas realizadas e de técnicos capacitados para promoverem a melhoria do sistema produtivo.

Neste sentido, diversas pesquisas têm sido conduzidas no que se refere à nutrição mineral de crisântemo no Brasil, principalmente sobre absorção e deficiência de nutrientes e sua concentração nas plantas, a exemplo de Lima (1987) e Barbosa et al. (1999) e, o efeito de níveis de condutividade elétrica da solução do substrato sobre o crescimento das plantas de crisântemo de vaso (Mota, 2004).

Embora a pesquisa em floricultura tenha evoluído bastante, até o momento, não se tem uma solução nutritiva padrão para o crisântemo, como há, por exemplo, para o tomateiro, (Castellane & Araújo, 1995). As recomendações encontradas são provenientes, em sua maior parte, dos Estados Unidos, da Holanda e do Japão e são adaptadas pelos produtores às nossas condições de cultivo, ficando, contudo, incerta a sua eficiência, resultando na maioria das vezes em aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de nutrientes, ocorrendo, portanto, uma nutrição desbalanceada (Nell et al., 1997). A grande maioria dos produtores possui suas próprias soluções nutritivas, ocasionando, muitas vezes, em manejo pouco eficiente e resultando em prejuízos no crescimento vegetal com consequentes decréscimos na qualidade de vaso do produto final, principalmente àqueles em fase inicial de estabelecimento, na ausência de informações suficientes para o cultivo de crisântemo.

Para exteriorizar todo o potencial produtivo e ornamental, o crisântemo de vaso é exigente em manejo, sendo o balanço adequado de nutrientes fundamental para atingir o padrão de qualidade. O excesso ou deficiência dos elementos nutricionais pode causar problemas de produção, alterando a qualidade e a vida pós-colheita. Os fertilizantes devem ser

aplicados corretamente, de modo a possibilitarem altos rendimentos sem perda da qualidade das flores produzidas e, por outro lado, diminuir os custos de produção e minimizar os danos ambientais (Gruszynski, 2001).

Tendo em vista a importância da qualidade das flores e plantas ornamentais, este trabalho teve por objetivo estudar diferentes soluções nutritivas sobre o desenvolvimento do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso, nas condições de Jaboticabal, SP.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, SP, localizado a 21°14'05" de latitude Sul, 48°17'09" de longitude oeste e com altitude média de 600 m.

A estufa utilizada foi do tipo “capela”, com área total de 510 m² (10 x 51 m) e 3 m de pé-direito, disposta no sentido Leste-Oeste, estrutura metálica, coberta com filme de polietileno transparente, aditivado contra U.V., com 150 micras de espessura. A lateral foi protegida com telas de polipropileno com 30% de sombreamento com 1 m de altura, bem como a área ocupada pelos vasos de crisântemo foi coberta com tela de 50% de sombreamento.

Durante a realização do experimento, no interior da estufa, as temperaturas média, média da mínima e média da máxima foram respectivamente, 26°C, 22,4°C e 34,6°C; e, a umidade relativa média do ar foi 65,6%, média da mínima de 40% e média da máxima de 87% (Figura 1).

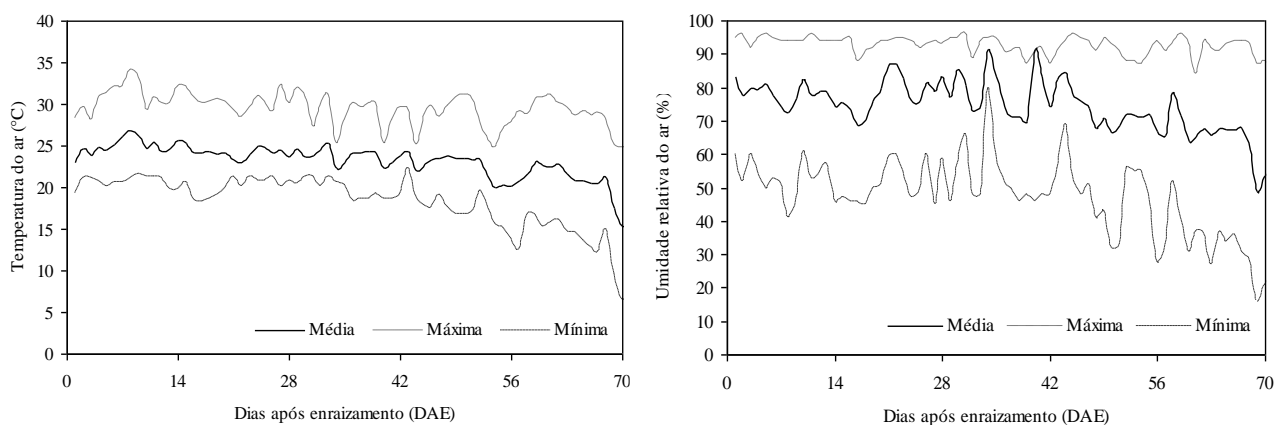


Figura 1. Variação da temperatura do ar média, máxima e mínima (A); e, umidade relativa do ar média, máxima e mínima (B) no local do experimento. Jaboticabal, 2005.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com avaliação feita em parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos corresponderam as quatro diferentes soluções nutritivas (parcelas): S1, S2, S3, S4, avaliadas em seis épocas de amostragem para análise de crescimento da cultura (subparcelas): 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento

(DAE), com cinco repetições. As composições das soluções nutritivas estudadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes das soluções nutritivas aplicadas em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso. Jaboticabal, 2005.

Soluções	Macronutrientes (mg L ⁻¹)						Micronutrientes (mg L ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	SO	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
S1 - Motos & Oliveira (s.d.)	150	40	300	150	60	80	-	-	-	-	-	-
S2 - Holambra (2005) ¹	180	50	480	130	45	60	-	-	3,9	-	-	-
S3 - Barbosa (1996)	202	62	505	61	24	16	0,3	0,03	2,8	2,2	0,01	0,1
S4 - Furlani (1999)	200	31	293	100	24	32	0,2	0,03	3,4	1,1	0,05	0,2

¹Informação obtida de empresa comercial produtora de crisântemo em vaso (2005)

4.3 Condução do experimento e tratos culturais

Estacas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) cultivar Miramar, de cor amarela, inflorescências tipo margarida, oriundas de um único lote de mesma idade, foram adquiridas junto à empresa comercial Dekker de Wit[®] e cultivadas em vasos de polietileno com volume de 1,2 L e dimensões altura 12 cm, base superior e base inferior com 14 cm e 9,4 cm de diâmetro, respectivamente. Em 07/09/2005, foram estaqueadas seis estacas por vaso, previamente tratadas com ácido indolbutírico (AIB), com término do experimento em 30/11/2005, totalizando 12 semanas de cultivo.

Foi utilizado substrato comercial para plantas ornamentais (Terra do Paraíso 3010), com valor de pH 6,3 e condutividade elétrica de 1,26 dS m⁻¹, sendo os vasos preenchidos manualmente. Após o plantio, as estacas foram cobertas com plástico transparente para manter a umidade durante o período de enraizamento e, 14 dias após o início do enraizamento, quando apresentavam de cinco a seis folhas abertas e raízes que atingiam pelo menos 6 cm de profundidade (metade da altura do vaso, verificado diariamente), foram submetidas ao “pinch” (retirada do meristema apical para estimular o surgimento de brotações laterais, promovendo uma melhor formação à planta). Nessa etapa, os vasos que estavam lado a lado, foram espaçados (30 x 30 cm) para promover o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas, considerando-se nesta data o tempo 0 (zero) de avaliação.

Durante o período de enraizamento, foi providenciada iluminação artificial, promovendo dias com mais de 13 horas de luz, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 W, instaladas a 1,2 m de altura e espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Estas foram ligadas no período noturno, alternando automaticamente intervalos de luz com intervalos de escuro para favorecer o crescimento vegetativo. Esta operação foi realizada diariamente até 14 DAE. Após este período, as plantas passaram para a fase dos dias curtos (dias com menos de 13 horas de luz) a partir do escurecimento artificial promovido por lonas de polietileno pretas para a indução floral. Este manejo seguiu as recomendações de Motos & Oliveira (1998).

Os vasos foram mantidos livres de plantas daninhas e foi realizado o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses adequadas à cultura, bem como foi aplicado 2 g L⁻¹ do regulador de crescimento B-Nine[®] (Daminozide 85%), três vezes durante o ciclo, aos 14, 28 e 42 DAE.

O manejo da fertirrigação foi baseado no método da pesagem, em que cinco vasos com plantas de cada tratamento, com drenos na parte inferior, foram inicialmente saturados, com água não salina até iniciarem a drenagem. Após cessar a drenagem, os vasos foram

pesados para obtenção do peso úmido inicial (U_i), correspondente à capacidade de vaso. Obteve-se desta maneira o valor do vaso + substrato úmido + planta referente a cada tratamento, que foi utilizado como referência para as irrigações subsequentes até o final do experimento. Para repor a quantidade de solução (QS) que foi consumida (evapotranspirada) referente ao dia anterior, procedia-se novamente à pesagem dos vasos, obtendo-se a umidade média final (U_f), e pela equação $QS = U_i - U_f$ obtinha-se os volumes de água a serem aplicados em cada tratamento. Os vasos eram transportados até o laboratório próximo ao cultivo, diariamente e, sempre no mesmo horário para a pesagem. Durante todo o ciclo da cultura foram consumidos em média 240 mL de solução nutritiva por vaso por dia, independentemente do tipo de solução nutritiva, apresentando aos 14, 28, 42, 56 e 70 DAE um consumo, em mL por vaso por dia, de 183, 219, 258, 271 e 276, respectivamente.

Foram preparadas quatro diferentes soluções nutritivas em diferentes recipientes, de acordo com os tratamentos pré-estabelecidos, utilizando-se água da chuva, que apresentou CE de $0,07 \text{ dS m}^{-1}$. As soluções nutritivas foram compostas de fertilizantes comerciais para o fornecimento de macronutrientes: nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrato de cálcio (CaNO_3), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio (MgSO_4) e mono amônio fosfato (MAP); e, os micronutrientes fornecidos na forma líquida foram: B (10%), Cu (14%), Mn (14%), Mo (12%), Zn (24%) e, Fe-EDTA (6,5%). O monitoramento da condutividade elétrica (CE) e pH das soluções nutritivas foram realizados semanalmente e, quando necessário, foram realizadas as correções do pH com soluções $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de KOH e de H_2SO_4 , mantendo-se $\text{pH } 5,5 \pm 0,5$. Os valores da CE das soluções nutritivas foram 2,0, 2,0, 2,5 e 2,1 dS m^{-1} respectivamente para S1, S2, S3, e S4.

4.4 Variáveis estudadas

O crescimento da cultura foi avaliado a cada 14 DAE a partir das seguintes variáveis: a) altura de plantas (cm): utilizando régua graduada; b) área foliar (cm^2): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor, L1-3100[®]); c) número de folhas; d) diâmetro da haste (mm): uso de paquímetro digital (Digimess[®], amplitude 0,01mm-300mm); e) massa seca de parte aérea, raízes e total (g): material submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar à 70°C por 72 horas e pesado em balança digital (precisão 0,01g). O número e diâmetro de inflorescências (mm) foram analisados no final do experimento (70 DAE).

A partir dos dados, foram calculados os índices fisiológicos da análise de crescimento, segundo recomendações de Benincasa (2003), como segue:

a) taxa de crescimento absoluto (TCA), em g semana^{-1} (Expressão 1).

$$TCA = \frac{MST_2 - MST_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Onde: MST_2 é a massa seca total da parte aérea atual (g); MST_1 é a massa seca total da parte aérea inicial (g); $t_2 - t_1$ é o intervalo de tempo entre duas coletas (semanas).

b) taxa de crescimento relativo (TCR), em g g^{-1} por semana (Expressão 2).

$$TCR = \frac{\ln MST_2 - \ln MST_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Onde: \ln é o logaritmo Neperiano.

c) taxa de assimilação líquida (TAL), em g cm⁻² por semana (Expressão 3).

$$TAL = \left(\frac{MST_2 - MST_1}{t_2 - t_1} \right) \left(\frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{AF_2 - AF_1} \right) \quad (3)$$

Onde: AF₂ é a área foliar total atual da parte aérea (cm²); AF₁ é a área foliar total inicial da parte aérea (cm²).

d) razão de área foliar (RFA), em cm² g⁻¹ (Expressão 4)

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (4)$$

Onde: AF é a área foliar atual (cm²); MST é a massa seca total atual (g).

4.5 Avaliação estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação de efeito estatístico entre as fontes de variação e suas interações; as soluções e épocas de avaliação foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,01) no software SAS (SAS, 2000). Realizou-se análise de regressão polinomial para as variáveis estudadas ao longo do ciclo de cultivo no software SigmaPlot (SPSS, 2000). Para os parâmetros fisiológicos calculados na análise de crescimento, não foram feitas as análises de variância, pois, sendo variáveis calculadas, não é possível afirmar que as mesmas obedeçam às pressuposições básicas para esse tipo de análise (Banzatto & Kronka, 1989).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância apresentados na Tabela 2, observa-se que houve diferença significativa entre as soluções nutritivas estudadas para altura de plantas, área foliar e número de folhas; e, para o efeito épocas, houve diferença significativa em todas as variáveis. Porém não foi registrada nenhuma interação significativa entre os fatores estudados, indicando que não há interdependência entre eles.

A temperatura do ar é uma variável que determina a taxa de desenvolvimento da cultura, influenciando no período total de crescimento necessário para atingir o ponto de colheita. Essa dependência deve-se ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte da seiva, e ao desenvolvimento normal das plantas (Taiz & Zeiger, 2004). No decorrer do experimento, as temperaturas médias da mínima e máxima registradas foram respectivamente, 22,4 e 34,6 °C, portanto acima dos considerados ideais para a cultura [18-25 °C para Adams et al. (1998) e 21-24 °C para Fernandes (1996)], o que, possivelmente, tenha influenciado na altura das plantas. Comportamento semelhante foi observado por Doi et al. (1991) ao observarem que os efeitos da exposição às temperaturas altas do ar, 30 °C durante o dia e 25 °C durante a noite, sobre a produção de *Gypsophila paniculata*, resultaram em hastes mais curtas e menor número de flores.

Tabela 2. Altura de plantas (ALT), área foliar (AF), número de folhas (NF) e diâmetro de haste (DH) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	ALT	AF	NF	DH
	cm	cm ²	por vaso	mm
Solução (S) (Valor "F")	6,06**	5,01*	6,38**	0,60 ^{ns}
S1	15,79 b	1607,79 b	172,87 b	3,17 a
S2	16,12 ab	1536,64 b	177,80 b	3,25 a
S3	16,43 ab	1710,70 ab	191,46 ab	3,21 a
S4	16,84 a	1981,32 a	200,20 a	3,18 a
DMS	0,73	352,80	20,08	0,29
C.V. (%) (a)	6,1	27,9	14,6	11,9
Época (E) (Valor "F")	1257,11**	116,10**	210,60**	57,20**
C.V. (%) (b)	5,3	16,5	17,5	10,5
Interação S x E (Valor "F")	0,80 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,92 ^{ns}

* e ** = significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação.

Comparando-se os resultados do crescimento em altura entre as soluções nutritivas constata-se que a S4, embora numericamente supere as demais, foi significativamente superior apenas em relação a S1, sem diferir, portanto de S2 e S3 (Tabela 2). Pela distribuição da altura das plantas nas diferentes épocas (Figura 2A), observa-se que o crescimento foi lento nos primeiros 14 dias (9,91 cm) em relação a altura final aos 70 DAE (23,54 cm), o que é comum, pois a lentidão no crescimento inicial está associada à recuperação das plantas após o "pinch", que induz a brotação lateral. De acordo com Stringheta (1995), comercialmente uma planta de crisântemo envasada deve ter altura de aproximadamente 30 a 35 cm (incluindo o vaso), embora este valor dependa da variedade; assim, o ideal para as plantas de crisântemo em vaso deve estar entre 20 a 25 cm. Barbosa (2003) reporta que a relação altura de planta e tamanho de vaso é importante para formar um conjunto harmônico, sugerindo que a mesma deve ser de 1,5 a 2 vezes a altura do vaso. Deve-se considerar que se não houvesse a aplicação de regulador de crescimento B-Nine®, prática usual entre os produtores de crisântemo devido ao padrão de altura que as plantas devem apresentar no momento da comercialização, possivelmente as plantas apresentariam maior altura aos 70 dias.

A área foliar e o número de folhas (Tabela 2) foram favorecidos pelas soluções S4 e S3, que não diferiram estatisticamente entre si. Essa situação pode ser atribuída à composição das soluções, uma vez que S4 e S3 são mais concentradas em nitrogênio que S1 e S2. Segundo Marschner (2005), um dos efeitos do N é promover a expansão da área foliar e maior crescimento vegetativo. Em relação às épocas, até aos 42 DAE, ocorreu rápido crescimento, e, a partir desta data, os incrementos em área foliar tenderam a se estabilizar (Figura 2B), o que pode ser explicado pelas reservas de nutrientes estarem sendo deslocadas para o processo de formação e de abertura das flores, as quais não estavam presentes aos 28 DAE. Quanto ao número de folhas, nota-se ligeiramente uma queda aos 70 DAE (Figura 2C).

O diâmetro da haste não foi influenciado pelas soluções nutritivas (Tabela 2), apresentando maior valor numérico aos 70 DAE (3,67 mm), porém observa-se que, a partir de 42 DAE, os valores tornaram-se estáveis (Figura 2D), de forma análoga às medidas foliares. Os valores assemelham-se aos obtidos por Mota (2004) para o maior diâmetro de haste (3,59

mm) e, ao maior valor médio (3,5 mm) reportado por Pereira (2002), ambos para a variedade de crisântemo White Diamond. Joiner & Smith (1962) estudando o efeito da adubação no desenvolvimento das plantas de crisântemo, reportaram que diferentes concentrações de N, P₂O₅ e K₂O não interferiram de forma pronunciada no diâmetro das hastes, da variedade Bluechip.

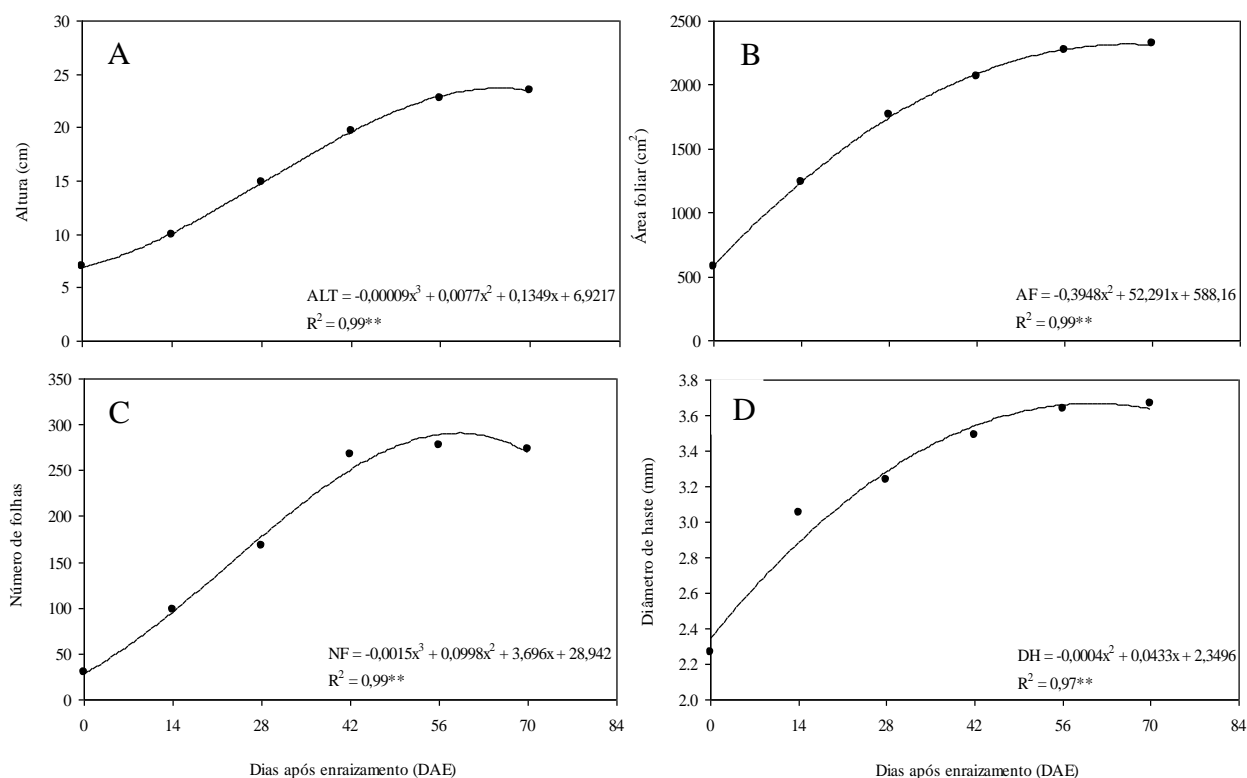


Figura 2. Altura de plantas (A), área foliar (B), número de folhas (C) e diâmetro de haste (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Quanto ao número de inflorescências, observa-se que não houve diferença estatística entre as soluções, o que era de se esperar, uma vez que o número de hastes é definido logo após o enraizamento, com a emergência dos brotos laterais estimulados pela realização do “pinch” (Tabela 3). Estes resultados não estão muito distantes dos obtidos por Mota (2004), em que encontrou no máximo 23 inflorescências por vaso.

O diâmetro das inflorescências, a exemplo do número, não foi influenciado pelas soluções estudadas, cujo valor médio 53,51 mm, apresenta-se expressivamente abaixo dos apresentados por Pereira (2002), com diâmetro médio de inflorescência de 80,8 mm e, Mota (2004), em estudo com diferentes condutividades elétricas da solução, obteve médias entre 72,48 e 77,93 mm, ambos para a variedade White Diamond. Deve-se levar em consideração que existem diferenças no tamanho das inflorescências entre as variedades de crisântemo em vaso e também depende da avaliação do grau de abertura da inflorescência.

De acordo com Souza (1991), existe uma classificação das inflorescências em estágio de botão, semi-abertas e abertas. Desta maneira, pelos dados obtidos no presente trabalho as inflorescências enquadram-se dentro da classificação semiabertas, com mais de 35 mm de diâmetro. Para que fossem consideradas abertas, o diâmetro deveria ser superior a 60 mm. Portanto, de forma análoga à altura de plantas, cabe ressaltar a importância da temperatura do

ar que tem efeito direto na floração, como previamente determinado por Adams et al. (1998) ao concluírem que o tempo de florescimento do crisântemo tem resposta ótima quando submetidas à temperatura entre 17 e 22 °C, variando entre os cultivares, e Gruszynski (1991) observou que temperaturas elevadas causam inibição no florescimento, ou seja, como as temperaturas registradas foram acima das consideradas ideais para a cultura, as plantas precisariam de maior período para que houvesse total abertura das inflorescências.

Tabela 3. Número (NI) e diâmetro (DI) da inflorescência em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas aos 70 DAE. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	Número de inflorescências	Diâmetro de Inflorescência
	— por vaso —	— mm —
Solução (S) (Valor “F”)	0,75 ^{ns}	1,81 ^{ns}
S1	18 a	52,62 a
S2	18 a	52,61 a
S3	19 a	53,85 a
S4	20 a	54,95 a
DMS	4	3,38
C.V. (%)	12,6	3,5

ns = não significativo ($p > 0.05$); DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação.

De forma análoga aos resultados de crescimento foliar, foram detectadas diferenças significativas quanto à produção de massa seca da parte aérea e total das plantas entre as soluções nutritivas, com semelhança entre S4 e S3 (Tabela 4). Quanto às épocas ou idades das plantas, a maior produção de massa seca foi atingida aos 70 DAE. Os incrementos mais acentuados na produção de massa seca, tanto da parte aérea, da raiz e total, ocorreram dos 14 até aos 56 DAE, estabilizando-se aos 70 DAE (Figura 3).

Tabela 4. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	MSPA	MSR	MST
	g vaso ⁻¹		
Solução (S) (Valor “F”)	4,82*	1,67 ^{ns}	4,16*
S1	12,63 b	2,07 a	14,70 b
S2	12,77 b	2,11 a	14,88 b
S3	13,14 ab	2,24 a	15,38 ab
S4	14,36 a	2,28 a	16,64 a
DMS	1,45	0,28	1,73
C.V. (%) (a)	14,8	27,4	15,2
Época (E) (Valor “F”)	816,58**	261,24**	847,15**
C.V. (%) (b)	11,4	17,4	11,1
Interação S x E (Valor “F”)	0,96 ^{ns}	1,77 ^{ns}	1,03 ^{ns}

* e ** = significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação.

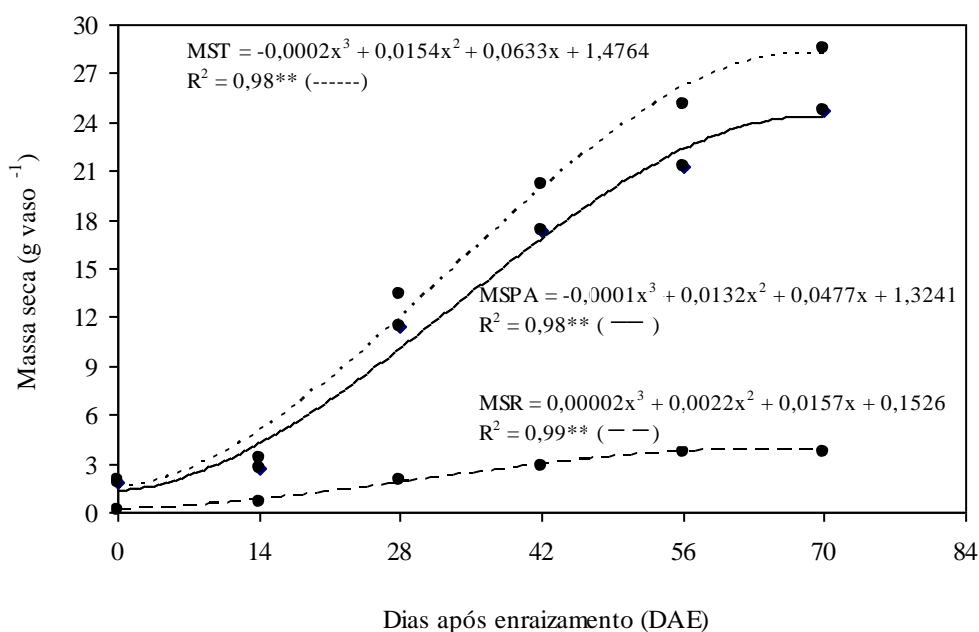


Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Resultados semelhantes foram observados por Mota (2004) ao verificar a influência de diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva sobre o crisântemo variedade White cultivado em vaso, observando que dos 28 até 42 DAE houve maior desenvolvimento da planta, com maiores incrementos na fitomassa seca.

De acordo com Camargo et al. (2002), os incrementos na massa seca da parte aérea estão relacionados às flores, que podem contribuir com 20% da massa seca final e, segundo Gruszynski (2001) e Stringheta (1995), as raízes são pouco desenvolvidas nas primeiras semanas e a eficiência do sistema radicular aumenta ao longo da idade das plantas, em função da parte aérea.

5.1 Análise de crescimento

A taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usada para estimar a velocidade média de crescimento ao longo do período (Benincasa, 2003). Observa-se, na Figura 4A, que há um crescimento vegetativo acelerado dos 14 aos 28 DAE, na ordem $S4 > S3 > S1 > S2$, o que pode ser atribuído ao maior conteúdo de N em S3 e S4 e, a partir desta época, observa-se reduções da TCA em todos os tratamentos, mas não de forma contínua, ou seja, aos 42 DAE, verifica-se que a S2 supera a S1 e iguala-se com S3. Dos 56 aos 70 DAE ocorre outro comportamento, obedecendo a ordem $S4 > S1 > S2 > S3$. Este tipo de comportamento pode ser atribuído a diversos mecanismos de respostas diretas e indiretas, como por exemplo, a absorção de nutrientes e alterações no mecanismo hormonal (Milthorpe & Moorby, 1974). A ocorrência de temperaturas acima dos valores ideais para a cultura, durante a execução do experimento, pode ter afetado a absorção dos nutrientes, porque sob temperaturas elevadas, é necessário o uso de maior quantidade de água e diminuição dos fertilizantes para evitar problemas com concentrações de sais no substrato.

Em referência à taxa de crescimento relativo (TCR), também denominado de taxa de crescimento específico, que representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente (Benincasa, 2003), verificou-se, na Figura 4B, que até os 28 DAE o tratamento S4 exerceu maior eficiência de conversão de massa seca em comparação às demais soluções que até esta época apresentaram praticamente a mesma TCR. A partir dos 28 DAE, todos os tratamentos apresentaram brusco declínio até 42 DAE, estabilizando-se até o final do experimento. Este declínio, segundo Milthorpe & Moorby (1974), pode ser explicado pela elevação da atividade respiratória e pelo autosombreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta. Além disso, na fase final da cultura, o crescimento pode tornar-se negativo em função da morte de órgãos vegetais como folhas e gemas.

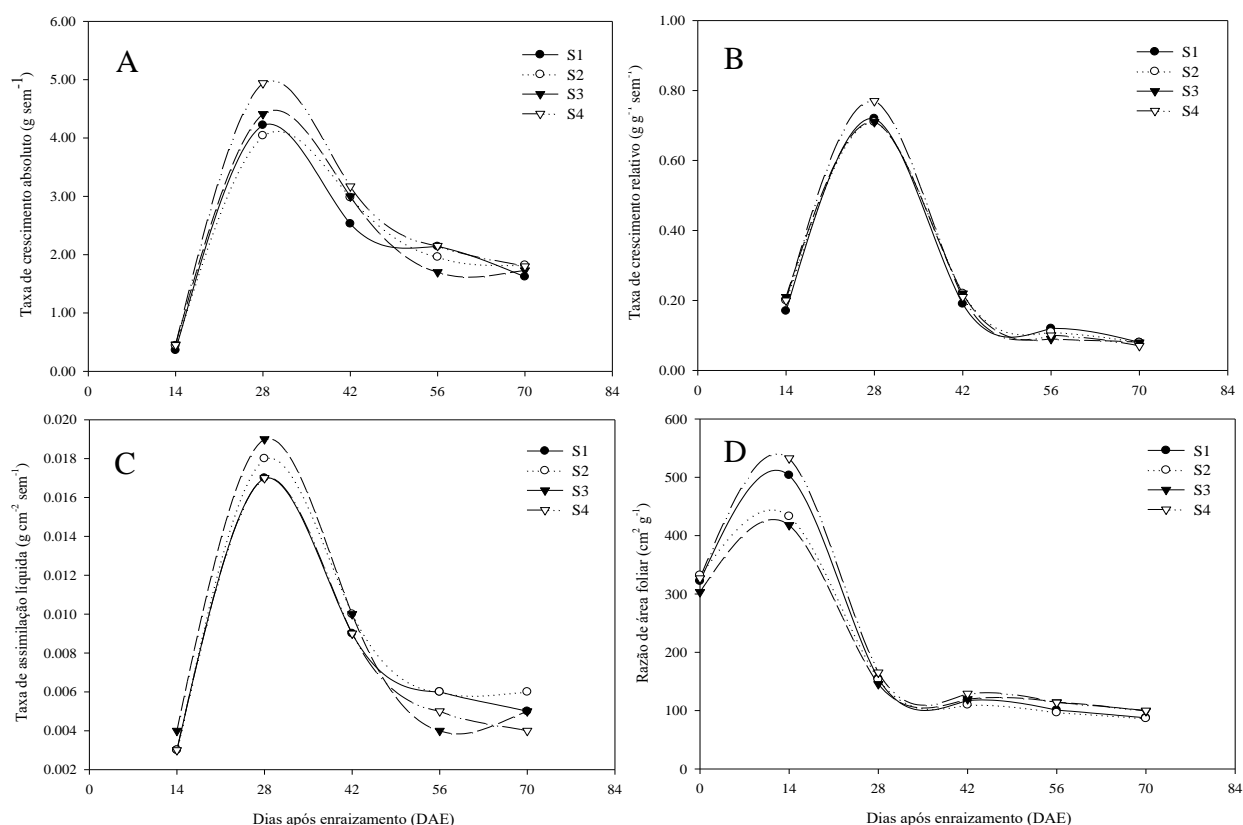


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto (A), taxa de crescimento relativo (B), taxa de assimilação líquida (C) e razão de área foliar (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

A taxa de assimilação líquida (TAL) representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido por meio da respiração, expressando desta forma a eficiência das folhas na produção de massa seca e a estimativa da fotossíntese líquida (Benincasa, 2003). Observa-se na Figura 4C que o tratamento S3 apresentou a maior TAL até os 28 DAE, seguido do S2, S1 e S4, ocorrendo uma diminuição a partir desta época. Os tratamentos S1 e S4 tiveram comportamentos semelhantes até os 42 DAE, com declínio sistemático para S4 até a colheita, apresentando a menor TAL. Este efeito é justificado pela maior área foliar das plantas submetidas à solução S4, ou seja, a TAL comumente diminui com o aumento da área foliar, devido ao efeito do sombreamento das folhas inferiores (Milthorpe & Moorby, 1974). Essa afirmativa concorda com os registros de Valmorbidia (2003) que atribui à diminuição da

TAL em *Mentha piperita* L., cultivada em diferentes níveis de potássio, ao aumento da área foliar, responsável pelo maior sombreamento das folhas inferiores.

De acordo com Urchei et al. (2000), a evolução da TAL com a idade da planta sugere diminuição progressiva desse parâmetro fisiológico ao longo dos diferentes estádios, evidenciando maiores valores durante o período vegetativo da cultura, com declínio mais acentuado, seguido de uma relativa constância da assimilação líquida na fase reprodutiva, com retomada de decréscimos sucessivos do final do estágio reprodutivo ao término do ciclo da cultura.

As curvas da razão de área foliar (RAF) em função do tempo evidenciaram aumento acelerado até aos 14 DAE e declínio acentuado a partir desta idade até os 28 DAE, tendendo a estabilizar até a colheita (Figura 4D). Segundo Urchei et al. (2000), isto indica que a maior parte do material fotossintetizado é convertida em folhas para maior captação da radiação solar. A partir desse período, ocorrem decréscimos com o desenvolvimento fenológico da cultura, em função do surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórias como flores, além do autossombreamento com a idade da planta.

Os maiores valores de RAF correspondem às plantas tratadas com S4, independentemente da época de avaliação, resultado comprovado por terem apresentado a maior massa seca tanto da parte aérea como total, bem como maior área foliar. Por outro lado, o tratamento S3, que não diferiu estatisticamente da S4 nas variáveis citadas, apresentou até 28 DAE a menor RAF, igualando-se à S4 apenas aos 56 DAE. Essa diminuição da RAF no tratamento S3 pode ter sido decorrente da maior eficiência das folhas em converter a energia luminosa e CO₂ em massa seca, já que a RAF, segundo Benincasa (2003), expressa a área foliar útil para fotossíntese, razão entre a área foliar e massa seca total. Resultados semelhantes foram registrados por Urchei et al. (2003) em ensaios realizados com feijoeiro sob irrigação. De acordo com Benincasa (2003), a RAF declina à medida que a planta cresce, devido ao aumento da interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores, e uma tendência da área foliar útil diminuir a partir de certa fase do desenvolvimento.

De forma geral, pelos resultados, observa-se que os melhores desempenhos referem-se às soluções S4 e S3. Sabe-se que o crisântemo é altamente exigente em nutrientes e possui baixa sensibilidade à concentração salina (Penningsfeld, 1962; Ayers & Westcot, 1999), sendo a salinidade limiar de 6,0 dS m⁻¹ (Farnham et al., 1979). Frente a esta afirmação, esperava-se que a S3, que foi a solução nutritiva mais concentrada no presente estudo, dada pela condutividade elétrica que foi de 2,5 dS m⁻¹, apresentasse os melhores resultados, porém S4 (2,1 dS m⁻¹) foi semelhante e até superior. Deve-se ressaltar, ainda, a ausência dos micronutrientes na composição de S1 e S2, que podem ter determinado a inferioridade dessas soluções em relação às demais para a maioria das variáveis estudadas.

Observando-se a composição das soluções nutritivas quanto à NPK (Tabela 1), verifica-se que S3 e S4 apresentam concentrações de N semelhantes, entretanto as quantidades de P e K da S3 são, respectivamente, de 50 e 58% superiores à S4; assim, recomenda-se utilizar a solução S4, pois haverá um menor uso na quantidade total de fertilizantes, reduzindo os custos de produção. Além da nutrição mineral, outro fator que possa ter influenciado fortemente no desenvolvimento e crescimento das plantas foram as altas temperaturas registradas no decorrer do experimento, pois, de acordo com Barbosa et al. (1999), a temperatura e a época de cultivo também interferem na absorção de nutrientes.

6 CONCLUSÕES

Pelo presente trabalho, conclui-se:

- as soluções S3 e S4 são mais eficientes que S1 e S2 no desenvolvimento e índices fisiológicos do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso;
- recomenda-se a fertirrigação com a solução S4 para o cultivo do crisântemo cv. Miramar em vaso.

7 AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES pelo apoio financeiro para desenvolvimento da pesquisa através da concessão de bolsa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, S. R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequent development in chrysanthemum cv. 'Snowdon' (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 77, p. 59-72, 1998.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. rev. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 29).
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: UNESP, 1989. 247 p.
- BARBOSA, J. G. **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 232 p.
- BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; KÄMPF, A. N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida para flor de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 593-601, 1999.
- BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; KÄMPF, A. N. Produção de crisântemo – *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev – para corte sob cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 48-58, 1996.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CAMARGO, M. S.; CARMELLO, Q. A. C.; RUSCHEL, J. Avaliação da nutrição e da produção de *Aster ericoides* cultivar White Master em estufa comercial. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 101-108, 2002.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. **Cultivo sem solo: hidroponia**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

- DOI, M. et al. Effects of exposure to high temperature at different development stages of shoots on rosette formation and flowers malformation of *Gypsophila paniculata* L. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v. 59, n. 4; p. 795-801, 1991.
- FARNHAM, D. S.; AYERS, R. S.; HASEK, R. F. **Water quality affects ornamental plant production**. Santa Barbara: University of California, 1979. 15 p. (Leaflet 2995).
- FERNANDES, A. L. T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados**. 1996. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 481, p. 777-778, 1999.
- GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.
- JOINER, J. N.; SMITH, T. C. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* “Bluechip”. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 80, p. 571-580. 1962.
- LIMA, A. M. L. P. **Absorção de nutrientes e deficiência de macronutrientes e boro no crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cultivar Golden Polaris**. 1987. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo, Piracicaba, 1987.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd. ed. Orlando: Academic, 2005. 889 p.
- MILTHORPE, F. L.; MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. Cambridge: Cambridge University, 1974. 201 p.
- MOTA, P. R. D. A. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- MOTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. J. G. de. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, 1998. 34 p.
- NELL, T. A.; BARRET, J. E.; LEONARD, R. T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v. 32, p. 817-819, 1997.
- PENNINGSFELD, F. **Die Ernährung im Blumen und Zierpflanzenbau**. 2 Aufe. Berlin: Parey, 1962. 217 p.

- PEREIRA, J. R. D. **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond**. 2002. 54 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 4.0.2. Cary, 2000. 1 CD-ROM.
- SPSS. **SigmaPlot**. Version 6.0. Chicago, 2000. 1 CD-ROM.
- SOUZA, M. M. **Efeito de substratos em diferentes proporções, no cultivo em vasos de *Chrysanthemum morifolium* Ramat, "White Polaris"**. 1991. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- STRINGHETA, A. C. O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vaso, em substratos contendo composto de lixo urbano**. 1995. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.
- VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** 2003. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.