

Produção de Crisântemo – *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev – para Corte sob Cultivo Hidropônico em Argila Expandida¹

JOSÉ.GERALDO BARBOSA², HERMÍNIA EMÍLIA PRIETO MARTINEZ² e ATELENE NORMANN KAMPP³

² Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, CEP 36.570-000 - Viçosa (MG)

³ Departamento de Horticultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Para determinar as condições ideais para o cultivo hidropônico do crisântemo 'Yellow Polaris' para flor-de-corte em argila expandida saturada por solução nutritiva recirculante e sua eficiência em relação ao cultivo convencional, realizou-se um experimento no outono-inverno e um na primavera-verão. Utilizou-se argila expandida das seguintes classes granulométricas: 4-10, 4-13, 10-13 e 13-20 mm de diâmetro, saturada duas ou três vezes ao dia por solução nutritiva (14,49; 1,95; 12,9; 1,51; 1,00 e 0,5 $\mu\text{mol/l}$ de N; P; K; Ca; Mg e S e 30; 5; 50; 40; 2 e 0,1 $\mu\text{mol/l}$ de B; Cu; Fe; Mn; Zn e Mo respectivamente). Foi realizado um tratamento adicional usando-se sistema convencional de cultivo. As plantas cultivadas em argila expandida no outono/inverno tiveram produções de matérias fresca e seca, número de inflorescências e altura de haste significativamente superiores às cultivadas no sistema convencional. Essas características foram favorecidas quando o cultivo ocorreu nas três menores classes granulométricas de argila expandida com saturação nutritiva duas vezes ao dia. No cultivo de primavera-verão, os resultados foram semelhantes aos obtidos no sistema

convencional. Nesse caso, outros fatores como época do cultivo, temperatura e umidade podem ter limitado uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas cultivadas em argila expandida.

Palavras-chave: Crisântemo; cultivo hidropônico; argila expandida.

ABSTRACT

Hydroponic growth of chrysanthemum in expanded clay for cut flower

To determine the ideal conditions for hydroponically grown cut 'Yellow Polaris' in expanded clay (hardened in nutrient solution) as well as its efficiency as compared to the conventionally grown system, experiments were conducted in the fall/winter and spring/summer seasons, respectively. Four sizes of expanded clay (grain sizes 4-10, 4-13, 10-13, 13-20 mm diameter) were saturated twice or three times a day with complete nutrient solution (14,49; 1,95; 12,9; 1,51; 1,00 e 0,5 mmol/l de N; P; K; Ca; Mg e S e 30; 5; 50; 40; 2 e 0,1 $\mu\text{mol/l}$ de B; Cu; Fe; Mn; Zn e Mo respectively). The plants grown in expanded

¹ Extraído da tese de doutorado do primeiro autor, UFRGS, Porto Alegre, RS. Trabalho financiado pela FAPEMIG.

clay in the fall/winter seasons had fresh and dry matter production, number of inflorescences, and stem height statistically significantly higher values than those grown in the conventional production system. These characteristics were improved when planting occurred at the three smallest expanded clay grain sizes and saturation with nutrient solution was done twice a day. The plants results from grown in expanded clay at different grain size during the spring/summer were similar to those grown in the conventional production system. Other factors, such as planting season, temperature and moisture may have limited the nutrient absorption by the plants grown in hardened expanded clay.

Key words: Chrysanthemum; hydroponic growth; expanded clay

1. INTRODUÇÃO

Na constante busca de melhores condições para o crescimento e desenvolvimento de plantas, o cultivo sem solo vem se tornando importante, uma vez que o controle das propriedades físicas e químicas do meio é mais fácil que no solo "in situ". Dentre os vários tipos de cultivo sem solo, destaca-se a hidroponia, em que o uso de solução circulante apresenta as vantagens de melhor aproveitamento de nutrientes, manutenção de concentrações adequadas ao crescimento evitando ainda problemas de salinização, além de maximizar o rendimento e a qualidade do produto colhido. Segundo SERRA (1994), nos cultivos convencionais, o principal problema ambiental vem do uso excessivo de água e da contaminação do lençol freático pelo uso excessivo de fertilizantes, o que pode ser resolvido substituindo os sistemas abertos pelos sistemas fechados, ou seja, coletando e recirculando a solução. O ideal para se ter um ambiente sadio seria o uso de métodos econômicos de fertilização e irrigação. A água pode

ser economizada e a poluição evitada sem comprometer o desenvolvimento das plantas. Para NOORDEGRAAF (1994), a frequência de irrigação deve ser ajustada de acordo com a evapotranspiração.

Nos sistemas de cultivo hidropônico, pode-se usar apenas água e nutrientes ou adicionar substratos para dar suporte à planta e propiciar melhores condições físicas para o desenvolvimento radicular. A estabilidade de estrutura e granulometria dos substratos são fatores decisivos, pois os macroporos afetam diretamente a aeração e a retenção de umidade. O melhor crescimento será obtido pelo controle de água e nutrientes (CARMELLO, 1991). Substratos, como argila expandida e brita, têm uma estrutura estável, permitindo seu uso contínuo, já que a porosidade não é afetada.

No Brasil, o cultivo de crisântemo para flor-de-corte é feito em misturas de solo e matéria orgânica, colocadas em canteiros (no solo), onde se realizam adubações concentradas, buscando-se o máximo de qualidade e rendimento. É comum ocorrerem problemas como: perdas de adubo, salinização, compactação da mistura, que é usada para vários ciclos de produção, e infestação progressiva por microorganismos do solo. Alta densidade populacional, ciclo curto, alto retorno financeiro e a possibilidade de controle de problemas nutricionais e fitossanitários sugerem a possibilidade potencial do cultivo hidropônico para o crisântemo. Assim, os objetivos deste trabalho foram comparar as produções, ciclos e qualidades das inflorescências de crisântemo sob cultivo convencional e hidropônico em argila expandida com sistema circulante de solução nutritiva, em diferentes condições sazonais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento no outono-inverno e outro na primavera-verão, no Setor de Floricultura da Universidade Fede-

ral de Viçosa-MG, em condições de casa de vegetação, com controle fotoperiódico (dia longo de 16 horas e dia curto de 10 horas). Foi usado o cultivar de crisântemo Yellow Polaris.

No experimento realizado no outono-inverno, foi usada argila expandida com quatro granulometrias (4-10 mm, 10-13 mm, 4-13 mm e 13-20 mm de diâmetro) em duas frequências diárias de saturação por solução nutritiva (F1= saturação das 10:00 às 10:30 e das 15:00 às 15:30 e F2= saturação das 8:00 às 8:30, 12:00 às 12:30 e das 15:30 às 16:00 horas), num bifatorial (4 x 2) mais um tratamento adicional, delineados em blocos casualizados, com 4 repetições, num total de 36 parcelas. O tratamento adicional constituiu-se de uma mistura convencional de solo, areia, esterco de gado e casca de arroz carbonizada na seguinte proporção volumétrica: 2:0,5:1,5:0,5. A adubação foi de 1 g da fórmula 5-15-15 por litro de substrato (50 mg de N, 150 mg de P₂O₅ e 150 mg de K₂O/l de substrato).

A caracterização da argila expandida e substrato convencional quanto à liberação de

água sob tensões de 10, 50 e 100 cm de coluna de água foi realizada pelo método do funil de Buchner (KIEHL, 1979), utilizando amostras de 300 ml e os resultados encontram-se na Tabela 1.

Foram feitos dois canteiros de alvenaria de 8,5 x 1,0 x 0,25 m³ cada um, impermeabilizados com asfalto líquido. Cada parcela tinha 100 x 36 cm², onde foram plantadas 18 mudas de crisântemo (2 hastes/muda), espaçadas de 12 cm x 16,5 cm, sendo usados 65 litros de substrato. A solução nutritiva utilizada foi a indicada por BARBOSA et al. (1996), como segue: 14,39; 1,95; 12,9; 1,51; 1,00 e 0,5 mmol/l de N; P; K; Ca; Mg e S, respectivamente. As concentrações de micronutrientes foram de 30;5;50;40;2 e 0,1 µmol/l de B; Cu; Fe; Mn; Zn e Mo. Para recircular a solução nutritiva, utilizou-se uma moto-bomba de 0,5 CV que elevava a solução do reservatório inferior para o superior, com capacidade para 2.000 litros. Do reservatório superior para as parcelas e para o reservatório inferior a circulação ocorreu por gravidade, controlada por válvulas solenóides, de acordo com os tratamentos.

Tabela 1. Volume de água liberado para quatro classes granulométricas de argila expandida e pela mistura solo-areia-esterco-casca de arroz carbonizada (2:0,5:1,5:0,5) a 10*, 50** e 100*** cm de tensão de coluna de água.

Granulometria (mm)	Volume de água lib. (%)			Vol. de água lib./parc. (ml)			Volume total de água liberado por parcela (ml)
	10 cm de tensão	50 cm de tensão	100 cm de tensão	10 cm de tensão	50 cm de tensão	100 cm de tensão	
4-10	24	74	2,0	1.060	3.270	88	4.420
4-13	26	74	0,0	1.025	2.919	0	3.945
10-13	31	69	0,0	826	1.838	0	2.665
13-20	40	60	0,0	743	1.115	0	1.859
Substrato convencional	2,5	91	6,5	513	18.702	1.335	20.552

* Espaço de aeração.

** Água facilmente disponível.

*** Água de reserva.

O tratamento adicional recebeu adubação em cobertura, aplicando-se 6g de NH_4NO_3 por parcela aos 10 dias após o plantio e 6 gramas de KNO_3 , posteriormente, a cada 10 dias, até o fim do ciclo.

O plantio foi realizado em 10/06/94, e a colheita, em 1º/10/94.

Para evitar problemas de salinização, o volume final da solução foi completado com água a cada 5 dias no primeiro mês, e posteriormente, a cada 2 dias, e aos 60 dias foi feita a renovação da solução. Os nutrientes absorvidos pelas plantas foram repostos aos 37, 80 e 100 dias do plantio, com base na leitura da condutividade elétrica, quando a concentração da solução nutritiva atingia 70% do valor inicial.

No cultivo de primavera-verão, os tratamentos, o delineamento experimental e a metodologia foram iguais ao cultivo no período de outono-inverno. O plantio foi realizado em 25/11/94, e a colheita ocorreu em 27/03/95.

Na colheita, quando as hastes estavam com 50-70% das flores abertas, foram avaliadas as características comerciais e ciclo da cultura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo o erro experimental determinado pelo coeficiente de variação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Cultivo de crisântemo em argila expandida no outono/inverno

A matéria fresca das plantas e das hastes, no cultivo em argila expandida, variou de 146,27 a 124,08 e de 69,76 a 58,95 gramas, respectivamente, enquanto que no cultivo convencional os valores foram de 72,78 e 34,75 gramas (Tabela 2). Isso se torna mais importante ao se levar em conta que a densidade populacional do presente experimento foi de 50 plantas/m² (100 hastes/m²), enquanto no cultivo convencional é comum

Tabela 2. Produção de matéria fresca, altura e número de inflorescências por hastes de plantas de crisântemo* cultivadas em sistema convencional e em argila expandida, sob duas freqüências de saturação, no outono-inverno.

Argila expandida (mm)	Freqüência de saturação	Prod. de mat. fresca (g)		Altura da haste (cm)	Número de inflor./haste
		planta**	haste		
4-10	2 vezes/dia	145,09+	68,59+	65,49+	8,32+
4-13	2 vezes/dia	140,36+	67,14+	63,92+	8,47+
10-13	2 vezes/dia	146,27+	69,76+	65,06+	9,05+
13-20	2 vezes/dia	125,81+	59,94+	62,69+	7,44+
4-10	3 vezes/dia	140,39+	66,90+	64,82+	8,31+
4-13	3 vezes/dia	133,17+	63,14+	62,34+	7,36+
10-13	3 vezes/dia	127,67+	60,52+	62,34+	7,43+
13-20	3 vezes/dia	124,08+	58,95+	60,55	7,56+
—	Cult. Conv.	72,78	34,75	56,79	4,48
C.V.	—	12,57	12,51	4,03	7,03

(+): Superiores ao cultivo convencional pelo teste de Dunnet (5% de probabilidade).

*: 2/3 das flores das inflorescências abertas.

** : Parte aérea (duas hastes) e raiz.

haver 40 plantas (duas hastes/planta) ou 80 plantas (uma haste/planta), num total de 80 hastes/m². Os resultados concordam com os observados por BLAABJERG (1983), que constatou que a produção de crisântemo para corte de flor apresenta consideráveis vantagens em cultivo sem solo, permitindo aumentar em 25% o uso da área, obtendo-se maior produção por metro quadrado.

A altura e o número de inflorescências por haste também são importantes na qualidade e valor comercial do produto. Estas características também foram superiores no cultivo hidropônico em relação ao cultivo convencional (Tabela 2). Quanto ao ciclo, observou-se que, aos 111 dias de cultivo, mais de 50% das hastes das plantas cultivadas no sistema hidropônico estavam no ponto de colheita contra apenas 8% das cultivadas em sistema convencional, as quais apresentaram apenas aos 126 dias mais de 50% de inflorescências no ponto de colheita (Figura 1). Esse atraso provavelmente foi devido às condições físicas e químicas menos favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que o ambiente era o mesmo.

Quando se relaciona o espaço de aeração das classes granulométricas de argila expandida de 4-10, 10-13 e 13-20 mm de diâmetro, que foram de 24, 31 e 40%, respectivamente, com a produção de matéria fresca, observa-se que houve uma influência negativa do espaço de aeração sobre essa característica – para frequências de saturação de duas e três vezes ao dia – representada pelos significativos coeficientes de determinação obtidos: $r^2 = 0,84$ e $0,86$ (Figuras 2 e 3).

Na Figura 4, observa-se a dependência da altura da haste em relação ao espaço de aeração da argila expandida. A variação do espaço de aeração explica 91 e 97% da variação na altura da haste quando a frequência de saturação foi de duas e três vezes ao dia, respectivamente. Quanto às características das inflo-

rescências, apenas o número de inflorescências com diâmetro maior que 3,5 cm, sob três frequências de saturação, não sofreu maior influência do espaço de aeração, apresentando coeficiente de determinação de 0,38 (Figura 5).

Esses resultados evidenciam a importância do espaço poroso e demais características físicas da argila expandida, associados à sua frequência de saturação pela solução nutritiva, na produção e qualidade de plantas de crisântemo para flor-de-corte. A ação direta do espaço poroso na relação aeração-umidade é determinante na obtenção de condições ideais para crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente no cultivo em substratos, em que o volume do mesmo colocado à disposição das plantas é restrito, exigindo que esses fatores estejam e permaneçam sempre em uma faixa ótima para as plantas. A maior eficiência do cultivo do crisântemo em argila expandida na classe granulométrica de 4-10 mm de diâmetro sob duas frequências de saturação com solução nutritiva mostra que essa associação possibilitou as melhores condições de cultivo no que diz respeito a nutrientes, arejamento e umidade para o sistema radicular.

3.2. Cultivo de crisântemo em argila expandida na primavera/verão

A produção de matéria fresca das hastes e das plantas cultivadas em sistema hidropônico não diferiu significativamente das produzidas por plantas cultivadas no sistema convencional (Tabela 3). O número de inflorescências também se comportou de forma semelhante, enquanto a altura da haste foi significativamente superior quando as plantas foram cultivadas em sistema convencional. Na Figura 6, observa-se que, aos 122 dias do plantio, as plantas cultivadas no sistema hidropônico apresentaram em torno de 50% das hastes com inflorescências no ponto de colheita, enquanto que nas do sistema con-

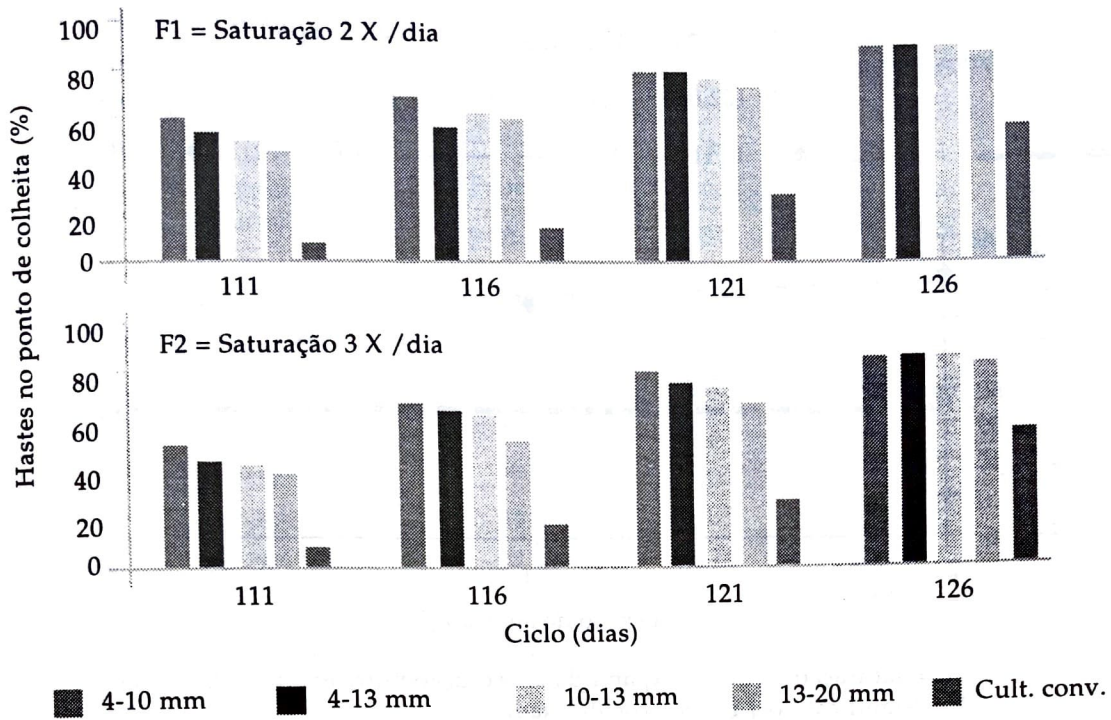
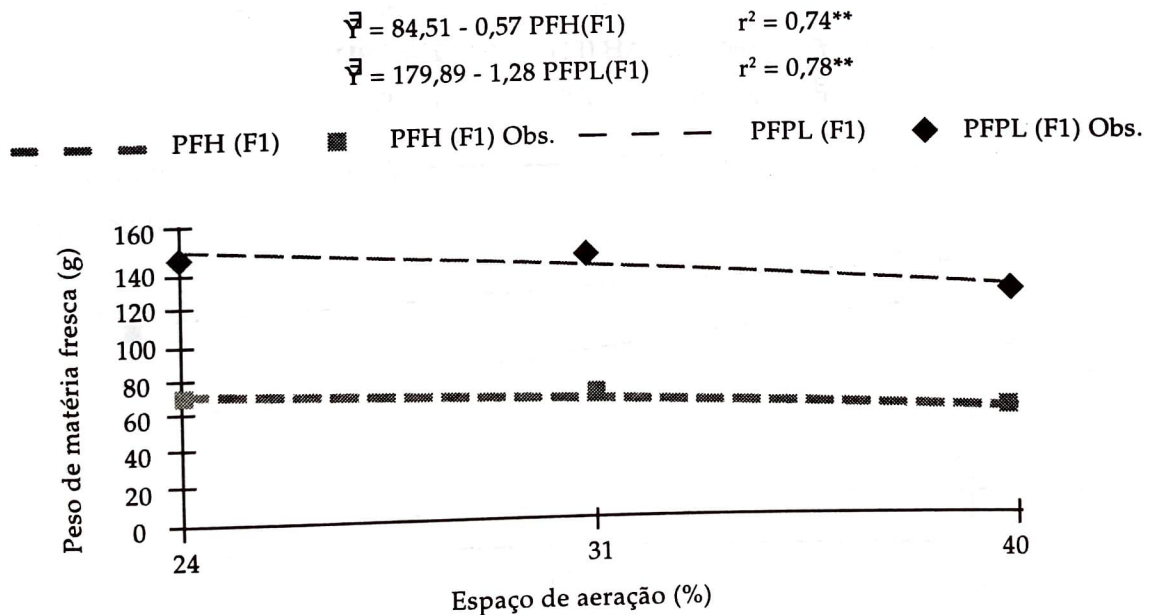
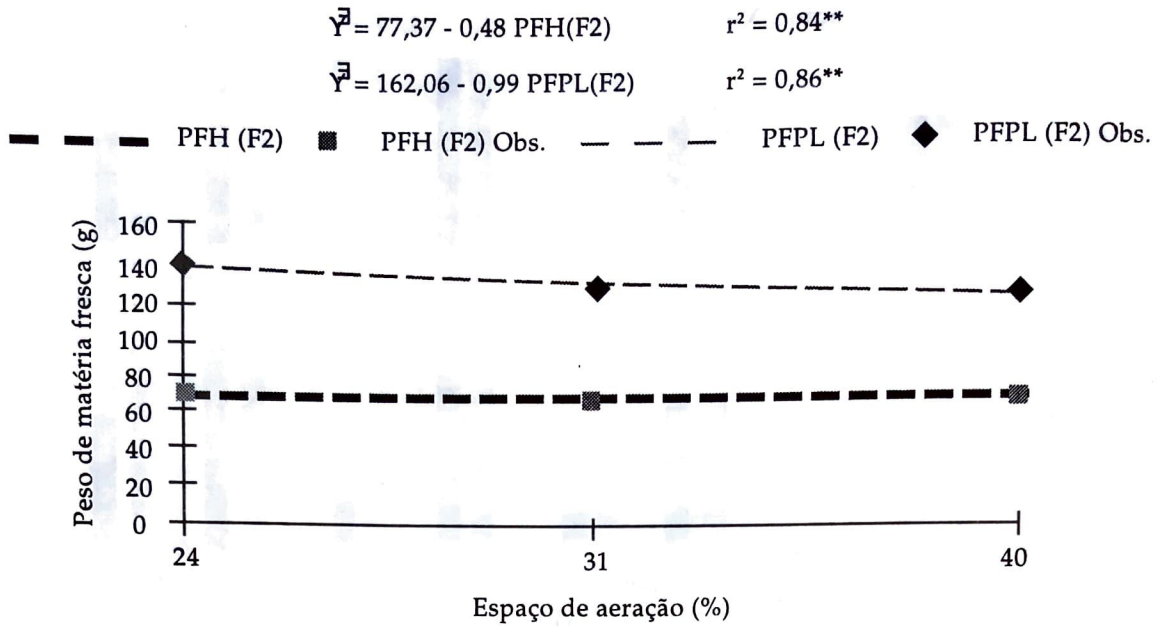


Figura 1. Ciclo, em função do número de hastes no ponto de colheita, de plantas de crisântemo cultivadas em sistema convencional e em quatro classes granulométricas de argila expandida saturada duas e três vezes/dia em solução nutritiva no outono/inverno.



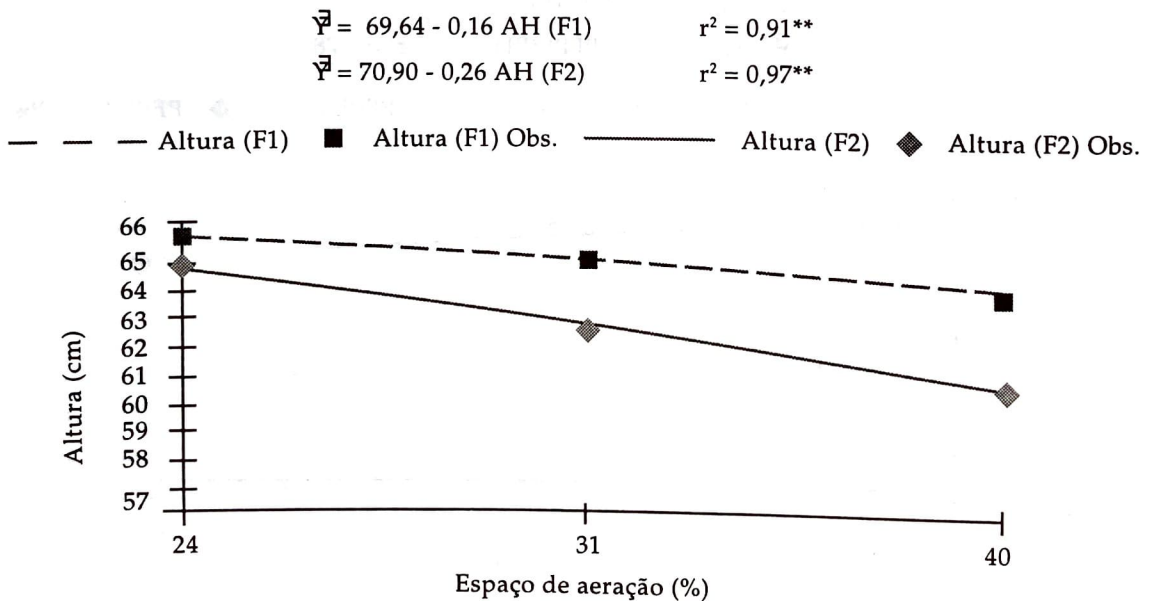
F1 = saturação da argila expandida em solução nutritiva duas vezes/dia
 ** = significativo a 1% de probabilidade

Figura 2. Produção de matéria fresca das hastes (PFH) e das plantas (PFPL) de crisântemo cultivadas em argila expandida saturada duas vezes/dia por solução nutritiva, em função do espaço de aeração.



F2 = saturação da argila expandida em solução nutritiva três vezes/dia
 ** = significativo a 1% de probabilidade

Figura 3. Produção de matéria fresca das hastes (PFH) e das plantas (PFPL) de crisântemo cultivadas em argila expandida saturada três vezes/dia por solução nutritiva, em função do espaço de aeração.



F1 = saturação duas vezes/dia F2 = saturação três vezes/dia
 ** = Significativo a 1% de probabilidade

Figura 4. Altura das hastes das plantas de crisântemo cultivadas em argila expandida, em duas freqüências de saturação por solução nutritiva, em função do espaço de aeração.

Tabela 3. Produção de matéria fresca, altura e número de inflorescências por hastes de plantas de crisântemo cultivadas em sistema convencional e em argila expandida, sob duas frequências de saturação, na primavera-verão.

Argila expandida (mm)	Frequência de saturação	Prod. de mat. fresca (g)		Altura da haste (cm)	Número de inflor./haste
		planta	haste		
4-10	2 vezes/dia	94,16	45,87	50,71-	8,37-
4-13	2 vezes/dia	95,34	46,36	50,34-	7,89-
10-13	2 vezes/dia	103,80	50,53	50,31-	9,01
13-20	2 vezes/dia	95,21	46,35	49,41-	8,54
4-10	3 vezes/dia	97,62	47,64	51,89-	8,44-
4-13	3 vezes/dia	94,03	45,83	50,36-	8,06-
10-13	3 vezes/dia	94,97	46,24	51,92-	8,50
13-20	3 vezes/dia	96,87	47,30	51,81-	8,56
—	Cult. Conv.	91,46	44,84	58,16	9,79
C.V.	—	10,02	10,16	4,33	7,64

(-) Inferiores ao cultivo convencional pelo teste de Dunnet (5% de probabilidade).

* 2/3 das flores das inflorescências abertas.

** Parte aérea (duas hastes) e raiz.

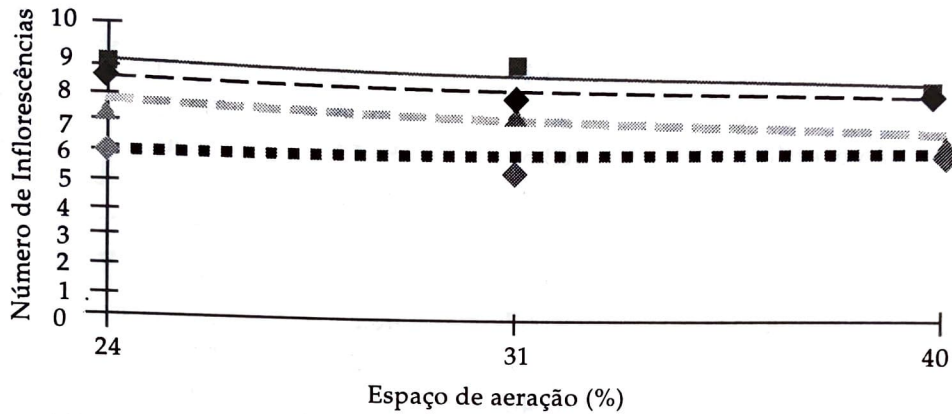
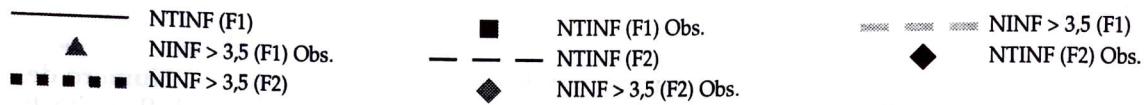
convencional essa característica foi de 73,9%, mostrando maior precocidade em relação às cultivadas em argila expandida.

Como o fornecimento de nutrientes, via solução nutritiva, pode aumentar a absorção, por possibilitar a disponibilidade de uma concentração favorável e constante de nutrientes, durante todo o ciclo de cultivo, e controle de pH, os resultados obtidos indicam que outros fatores, como época de cultivo e temperatura, podem ter limitado uma melhor eficiência de absorção de água pelas plantas cultivadas em argila expandida, uma vez que a saturação da argila não era contínua. Isto pôde ser comprovado neste experimento em que se observou que as temperaturas máximas diurnas variaram de 28 a 45°C, principalmente no período intermediário de crescimento da cultura. Estas temperaturas estão muito além do exigido pela maioria das espécies, principalmente crisântemo, cuja temperatura favorável fica entre 18 e 22°C (LOPES,

1985), sendo limitantes temperaturas superiores a 30°C por períodos prolongados (LARSON, 1980).

Provavelmente, o efeito mais indesejável da temperatura seria a elevada evaporação, ocorrendo redução da umidade disponível para as raízes, levando ao estresse da planta. Segundo Chaves, citado por Da SILVA et al. (1995), falta de água por curtos períodos pode causar inibição no crescimento sem qualquer sintoma apreciável, podendo seu efeito cumulativo ser significativo. REIN et al. (1991) relatam que o desenvolvimento e a sobrevivência das raízes adventícias é maior em teores mais elevados de umidade do substrato. Em crisântemo, essa deficiência no suprimento de água leva à redução no crescimento, manifestada pela redução da matéria fresca e seca, da altura, do número de flores (KARLOVICH & FONTENO, 1986) e do alongamento das raízes (CHEN & LIETH, 1993).

$$\begin{aligned} \bar{Y} &= 10,42 - 0,05 \text{ NTINF (F1)} & r^2 &= 0,67^{**} & \bar{Y} &= 9,94 - 0,09 \text{ NINF} \geq 3,5 \text{ (F1)} & r^2 &= 0,71^{**} \\ \bar{Y} &= 9,19 - 0,07 \text{ NTINF (F2)} & r^2 &= 0,64^{**} & \bar{Y} &= \bar{Y} = 5,54 \text{ NINF} \geq 3,5 \text{ (F2)} & r^2 &= 0,38^{ns} \end{aligned}$$



F1 = saturação duas vezes/dia F2 = saturação três vezes/dia
 ** = significativo a 1% de probabilidade ns = não significativo

Figura 5. Número total de inflorescências (NTINF) e de inflorescências com diâmetro maior que 3,5 cm (NINF 3,5 cm) em plantas de crisântemo cultivadas em argila expandida, em duas frequências de saturação, em função do espaço de aeração.

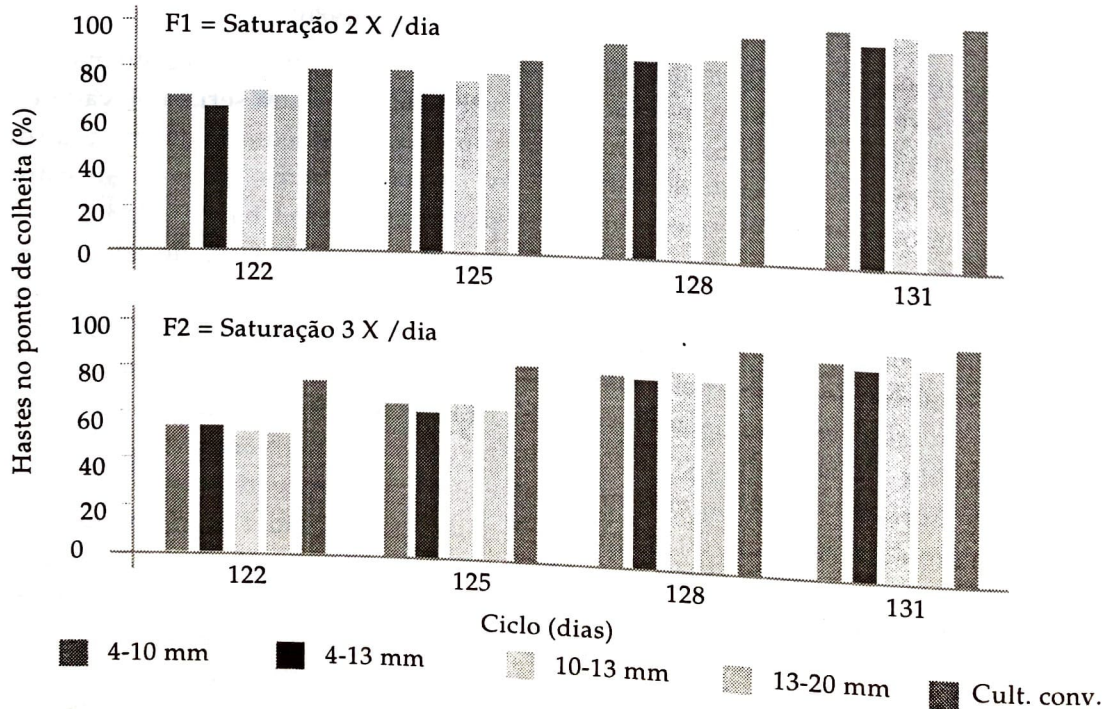


Figura 6. Ciclo, em função do número de hastes no ponto de colheita, de plantas de crisântemo cultivadas em sistema convencional e em quatro classes granulométricas de argila expandida saturada duas e três vezes/dia em solução nutritiva na primavera-verão.

A granulometria da argila expandida e a frequência de saturação não interferiram na produção de matéria fresca, altura e número de inflorescências por haste.

Esses resultados mostram que, de modo geral, a granulometria e as frequências de saturação da argila expandida em solução nutritiva foram ineficientes para alterar a produção de matéria fresca e qualidade da haste de plantas de crisântemo cultivadas nas estações primavera-verão, sugerindo que novos estudos a respeito de frequência de saturação, sob condições de temperatura mais favorável ao crisântemo, devem ser feitos no sentido de viabilizar o seu cultivo hidropônico na primavera-verão.

4. CONCLUSÕES

As plantas cultivadas em argila expandida no período outono-inverno tiveram seu ciclo reduzido em 15 dias e uma produção de matéria fresca e seca e qualidade de hastes e de inflorescências superiores às cultivadas no sistema convencional. Melhor crescimento e qualidade ocorreram em argila expandida nas classes de 4-10, 4-13 e 10-13 mm de diâmetro e na frequência de saturação 2 vezes ao dia, maximizados quando o cultivo ocorreu na classe granulométrica de 4-10 mm de diâmetro, mostrando que esta associação possibilitou as melhores condições de cultivo quanto à disponibilidade de nutrientes, arejamento e umidade para o sistema radicular.

As plantas cultivadas em argila expandida no período primavera-verão tiveram uma produção de matéria fresca e seca e qualidade de inflorescências semelhantes às cultivadas no sistema convencional. As frequências de saturação, aliadas às classes granulométricas de argila expandida usadas, mostraram-se ineficientes para aumentar a produção e a qualidade das hastes de plantas de crisântemo cultivadas nas estações primave-

ra-verão, sendo provável que fatores como época de cultivo, temperatura e disponibilidade de água tenham limitado o desenvolvimento das plantas cultivadas em argila expandida. Novos estudos a respeito de frequência de saturação sob condições de temperatura mais favorável ao crisântemo devem ser feitos no sentido de viabilizar o seu cultivo hidropônico nesta época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, J.G.; KAMPF, A.N. & MARTINEZ, H.E.P. et al. Chrysanthemum cultivation in expanded clay hidroponics in Brazil I. N-P-K ratio. In: INTERNATIONAL SOCIETY, FOR SOILLESS CULTURE, 1996, Jersey. **Summary...** Jersey, Netherlands; ISOSC. 1996. p.6.
- BLAABJERG, J. 1983. Information on the latest of growing on the Grodan. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUBSTRATES IN HORTICULTURE OTHER THAN SOILS IN SITU, 133, 1983, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona, p.584-592.
- CARMELLO, Q.A.C. Hidroponia In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTA, 20, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: s.n., 1991. P. 355-367.
- CHEN, D.X. & LIETH, J.H. A two-dimensional dynamic model for root growth distribution of potted plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.188, n.2, p.181-187, 1993.
- DA SILVA, F.F.; WALLACH, R. & CHEN, Y. Hydraulic properties of rockwool slabs used as substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, Naaldwijk, n.401, p.71-76, 1995.
- KARLOVICH, P.T. & FONTENO, W.C. Effect of soil moisture tension and soil water content on the growth of chrysanthemum in 3 container media. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.2, p.191-195, 1986.

- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica, 1979. 263p.
- LARSON, R.A. **Introduction to floriculture**. New York: Academic Press, 1980. 607p.
- LOPES, L.C. **O cultivo do crisântemo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 13p. (Boletim Técnico).
- NOORDEGRAAF, C.V. Production and marketing of high quality plants. **Acta Horticulturae**, Vertermate con Minoprio, n.353, p.134-147, 1994.
- REIN, W.H.; WRIGHT, R. D. & SEILER, V.R. Propagation medium moisture level influences adventitious rooting of wood stem cuttings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n.4, p.632-636, 1991.
- SERRA, G. Innovation in cultivation techniques of greenhouse ornamentals with particular regard to low energy input and pollution reduction. **Acta Horticulturae**, Vertermate con Minoprio, n.353, p.149-163, 1994.