

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**NÍVEIS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO
SUBSTRATO EM CRISÂNTEMO DE VASO, EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

POLIANA ROCHA D’ALMEIDA MOTA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**NÍVEIS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO
SUBSTRATO EM CRISÂNTEMO DE VASO, EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

POLIANA ROCHA D’ALMEIDA MOTA

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas
Co-Orientador: Dr. Valdemício Ferreira de Sousa

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2004

*Toda a minha gratidão e amor sempre plenos
à minha mãe, Raimunda, por tudo que sou e
por mais essa conquista, pois sempre está ao
meu lado dando apoio e incentivando, com
toda dedicação*

DEDICO

*À memória do meu pai, Egydio Osório, que
apesar dos poucos anos de convivência, deixou
seu exemplo de vida*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me fazer acreditar na vida e na concretização dos sonhos;

Aos meus irmãos Vitória, Pedro Augusto e Júlio César pelo amor, compreensão, apoio e força;

Aos meus familiares e amigos que estiveram presentes no decorrer de toda essa caminhada, com apoio, incentivo e amor;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especialmente ao Departamento de Engenharia Rural, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pelas valiosas transmissões de conhecimento, pelas oportunidades, pelas excelentes discussões e sugestões, por acreditar no meu trabalho e, sobretudo, pela amizade;

À Embrapa Meio-Norte pela oportunidade de estágio durante o curso com a finalidade de modelagem do delineamento experimental e análises estatísticas;

Ao meu co-orientador, Dr. Valdemício Ferreira de Sousa pelos ensinamentos, oportunidades, incentivo, apoio, motivação, amizade e atenção constantes;

À Empresa Steltenpool, na pessoa do Sr. Simon Steltenpool, pelas condições e oportunidades oferecidas durante a realização deste trabalho;

Ao Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Valdenir Queiroz Ribeiro, pela valiosa colaboração na modelagem do delineamento experimental e nas análises estatísticas;

Ao Prof. João Carlos Cury Saad pelo auxílio e ensinamentos no decorrer de todo o curso;

Aos verdadeiros mestres pelos quais tenho respeito e admiração, minha eterna gratidão;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, especialmente à Rosângela Moreci pela colaboração, motivação e pela amizade;

Ao colega Leandro Godoy pela revisão final deste trabalho e aos demais colegas que fazem o GEMFER (Grupo de Estudos em Manejo de Fertilizantes e Resíduos) pelos excelentes momentos de convívio e crescimento no decorrer dessa caminhada;

A todos os que fazem o Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo pela colaboração nos momentos necessários e pelos agradáveis momentos de convívio;

À Aline Fiorim, pela contribuição nos trabalhos de campo e laboratório na condução do experimento, e pela amizade;

À M.Sc. Maryzélia Furtado de Farias, pelas sugestões e contribuições;

E, finalmente, a todos que, de uma forma ou de outra, me apoiaram e incentivaram no decorrer desses anos e contribuíram para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. A cultura do crisântemo.....	7
2.2. Fatores de produção do crisântemo.....	8
2.3. Nutrição e adubação.....	10
2.4. Irrigação e fertirrigação.....	15
2.5. Condutividade elétrica.....	20
2.6. Qualidade do crisântemo.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	25
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	26
3.3. Instalação e condução do experimento.....	29

3.4. Variáveis climáticas.....	30
3.5. Distribuição de água do sistema de irrigação.....	30
3.6. Sistema de irrigação e manejo da fertirrigação.....	31
3.7. Características da cultura determinadas.....	33
3.8. Características da cultura na pós-colheita.....	34
3.9. Classificação e durabilidade das plantas na pós-colheita.....	34
3.10. Análise dos dados.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Variáveis meteorológicas durante o período experimental.....	36
4.2. Avaliação da distribuição de água do sistema de irrigação.....	37
4.3. Características de crescimento das plantas.....	38
4.3.1. Altura de plantas.....	38
4.3.2. Diâmetro do buquê.....	40
4.3.3. Área foliar.....	41
4.3.4. Fitomassa da planta de crisântemo.....	43
4.4. Estado Nutricional das Plantas.....	45
4.5. Acompanhamento da condutividade elétrica no substrato.....	54
4.5.1. Condutividade elétrica determinada na solução do substrato retirada com extrator de solução.....	54
4.5.2. Condutividade elétrica na solução 1:2.....	56
4.5.3. Correlação entre a CE medida na solução do extrator de solução e na solução 1:2.....	60
4.6. Características de qualidade das plantas.....	61
4.6.1. Diâmetro de haste.....	61
4.6.2. Diâmetro de inflorescência.....	62
4.6.3. Número de inflorescências.....	63
4.6.4. Número de folhas.....	64
4.6.5. Tamanho das folhas.....	64
4.6.6. Classificação das plantas a partir da avaliação de técnicos.....	65
4.6.7. Padrão de qualidade dos vasos.....	66
4.6.8. Aspecto visual das plantas.....	66

4.6.9. Sintomas visuais observados nas plantas.....	67
5. CONCLUSÕES.....	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Vista geral da área experimental.....	26
2 Croqui da área experimental representado por uma época de leitura, tendo sido instaladas outras cinco semelhantes.....	27
3 Detalhe dos tensiômetros e extratores de solução.....	32
4 Equipamentos de manejo da irrigação e fertirrigação.....	33
5 Variação das temperaturas do ar máxima e mínima, às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura.....	36
6 Variação da umidade relativa do ar às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura.....	37
7 Altura de plantas de crisântemo, aos 21 dae, em função de níveis de CE.....	39
8 Diâmetro do buquê de plantas de crisântemo aos 35 dae (A), 42 dae (B), 49 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica.....	41
9 Área foliar da planta de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura.....	42
10 Área foliar da planta de crisântemo aos 14 dae (A), 28 dae (B), 42 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica.....	43

11	Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura.....	44
12	Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo aos 42 dae em função dos níveis de condutividade elétrica.....	45
13	Concentração de N na parte aérea de plantas de crisântemo aos 28 dae (A) e 42 dae (B) em função dos níveis de condutividade elétrica.....	48
14	Concentração de P em planta de crisântemo aos 14 dae (A), 28 dae (B), 42 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica.....	49
15	Concentração de K em planta de crisântemo aos 28 dae (A), 42 dae (B) e 56 dae (C) em função dos níveis de condutividade elétrica.....	50
16	Condutividade elétrica do substrato retirada com extrator de solução em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura do crisântemo.....	55
17	Sintomas visuais de excesso de sais observados em folhas de crisântemo no tratamento 5.....	56
18	Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 em vaso de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura.....	57
19	Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 aos 7 dae (A), 14 dae (B), 21 dae (C), 28 dae (D), 35 dae (E), 42 dae (F), 49 dae (G) e 56 dae (H) em função dos níveis de CE em vaso de crisântemo.....	59
20	Correlação entre a CE medida na solução retirada com o extrator (CE_{es}) e na solução 1:2 ($CE_{1:2}$) aos 7, 14, 21 e 28 dae (A) e aos 35, 42, 49 e 56 dae (B)...	60
21	Diâmetro de haste de planta de crisântemo aos 56 dae em função dos níveis de CE.....	62
22	Tamanho médio de folhas de crisântemo por vaso em função dos níveis de CE.....	65
23	Influência dos tratamentos T1 (1), T2 (2), T3 (3), T4 (4) e T5 (5) na formação do vaso.....	67

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Concentração de nutrientes considerados adequados para o crisântemo.....	11
2 Quantidade de adubos utilizados por tratamento na fase vegetativa e de botão para o preparo de 100 L de solução para aplicação na cultura do crisântemo..	28
3 Quantidade total de nutrientes aplicados por tratamento na fase vegetativa e de botão no ciclo da cultura do crisântemo, em g vaso ⁻¹	29
4 Valores de coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), uniformidade de distribuição (CUD) e uniformidade de vazão (CUV) e a média das vazões nas linhas de irrigação.....	38
5 Efeito dos níveis de CE na altura de plantas de crisântemo, em cm, em função dos tratamentos e da idade.....	38
6 Diâmetro do buquê de plantas de crisântemo, em cm, em função dos tratamentos e da idade.....	40
7 Área foliar da planta de crisântemo, em cm ² , em função dos tratamentos e da idade.....	42
8 Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo, em g planta ⁻¹ , em função dos tratamentos e da idade.....	44

9	Concentração de N, P e K na parte aérea da planta de crisântemo, em g kg ⁻¹ , em função dos tratamentos e da idade.....	46
10	Concentração de Ca, Mg e S na parte aérea da planta de crisântemo, em g kg ⁻¹ , em função dos tratamentos e da idade.....	52
11	Concentração de micronutrientes na parte aérea da planta de crisântemo, em mg kg ⁻¹ , em função dos tratamentos e da idade.....	53
12	Condutividade elétrica do substrato retirada com extrator de solução em vasos de crisântemo, dS m ⁻¹ , em função dos tratamentos e da idade.....	54
13	Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 em vaso de crisântemo em função dos tratamentos e da idade.....	57
14	Diâmetro de haste de planta de crisântemo, em mm, em função dos níveis de CE.....	61
15	Diâmetro de inflorescência de crisântemo, em mm, em função dos níveis de CE e dias pós-colheita.....	63
16	Número de inflorescências de crisântemo em função dos níveis de CE.....	63
17	Número de folhas de crisântemo por vaso em função dos níveis de CE.....	64
18	Tamanho médio de folhas de crisântemo por vaso, em cm ² , em função dos níveis de CE.....	65
19	Somatário das notas atribuídas ao aspecto visual dos vasos em função dos níveis de CE pelo teste de Friedman.....	66

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de condutividade elétrica em crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) em cultivo protegido como meio de indicar a melhor concentração de sais a ser aplicada às plantas. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na propriedade Steltenpool, localizada no distrito de Holambra II, município de Paranapanema, Estado de São Paulo. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas onde os níveis de condutividade elétrica foram as sub parcelas e as 5 épocas de leitura, as parcelas, em quatro repetições. Os níveis de condutividade elétrica determinados na solução aplicada foram: 1,42; 1,65; 1,89; 2,13 e 2,36 dS m⁻¹ (fase vegetativa); 1,71; 1,97; 2,28; 2,57 e 2,85 dS m⁻¹ (fase de botão). Semanalmente foram determinados os seguintes parâmetros: altura da planta e diâmetro do buquê. A cada quatorze dias foram avaliados: área foliar; fitomassa seca da parte aérea; concentração dos macro e micronutrientes. Na pós-colheita avaliou-se: número e diâmetro de inflorescências; diâmetro de haste; área foliar; número de folhas; tamanho das folhas; altura da planta e diâmetro do buquê. O monitoramento da concentração salina da solução do substrato na zona radicular das plantas foi feito com o uso de extratores e também determinada na solução 1:2. O tratamento correspondente à aplicação de uma solução com condutividade elétrica de 2,13 dS m⁻¹ na fase vegetativa e 2,57 dS m⁻¹ na fase de botão proporcionou o melhor aspecto visual de plantas de crisântemo no

vaso, maior valor de fitomassa seca da parte aérea, maior área foliar, maior concentração de N e melhor formação, coloração e durabilidade pós-colheita.

SUMMARY

ELETRICAL CONDUCTIVITY LEVELS OF THE SUBSTRATE SOLUTION ON POTTED CHRYSANTHEMUM, UNDER GREENHOUSE CONDITIONS. Botucatu, 2004. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
Author: POLIANA ROCHA D'ALMEIDA MOTA
Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
Co-Adviser: VALDEMÍCIO FERREIRA DE SOUSA

The present research was developed with the objective of evaluating the effects of different levels of eletrical conductivity under greenhouse conditions as a way of finding the best salt concentrations to be applied to the chrysanthemum plants (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.). The experiment was conducted under greenhouse conditions at Steltenpool's farm, located in Holambra II disctrict, Paranapanema town, São Paulo State. The experimental design was the casual blocks with portions where the eletrical conductivity were the split plots and the 5 reading times, the plots, in four repeatings. The eletrical conductivity levels on the applied solution were: 1.42; 1.65; 1.89; 2.13 and 2.36 dS m⁻¹ (bud vegetative stage); 1.71; 1.97; 2.28; 2.57 and 2.85 dS m⁻¹ (bud stage). Every week the following parameters were evaluated: plant height and bouquet diameter. Every 14 days were evaluated:

leaf area, dry mass of the aerial portion of the plant and macro and trace elements concentrations. During the post harvest were evaluated: number and diameter of the open flowers, stem diameter, leaf area, leaf amount, leaf size, plant height and bouquet diameter. The solution salt concentration monitoring of the substrate at the roots zone was done with the usage of extractors and was determined in the 1:2 solution. The related treatment to the application of a electrical conductivity level of 2.13 dS m^{-1} during the vegetative stage and 2.57 dS m^{-1} during the bud stage provided the best visual aspect of the plants in the chrysanthemum vase; higher aerial part dry mass; higher leaf area; higher N concentration and best formation; coloring and post harvest life.

Keywords: *Dendranthema grandiflora*, extractor of solution, fertirrigation

INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais está em plena expansão e tem como principal exportador a Holanda, seguida pela Colômbia e Itália, entre outros. O Brasil tem ainda uma participação pouco expressiva no segmento mundial, no entanto, vem expandindo sua produção ao longo dos anos.

A produção nacional, que está voltada para o consumo interno, vem crescendo atualmente cerca de 20% ao ano (São José, 2003). A atividade tem sido praticada em diferentes regiões do país sendo São Paulo o maior produtor brasileiro, com 75% do total cultivado, seguido por Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (Borges, 1995).

A floricultura brasileira ainda é modesta em comparação aos mercados europeus e norte-americanos com valor de negócios da ordem de U\$ 35 bilhões, contribuindo com 0,25% do total comercializado no mercado mundial (Griffin, 1995). O grande crescimento do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais, entretanto, tem sido verificado pelos montantes de U\$ 700 a 800 milhões anuais (Almeida & Aki, 1995) e passando para 1,3 bilhões em 1998 (Kiúna, 1998).

O cultivo de flores em vasos no Brasil tem-se dado em ambiente protegido. Existe uma superfície de quase 10.000 hectares cobertos com estufas (Minami, 1996), as quais são utilizadas para o cultivo de plantas ornamentais, hortaliças, frutas e mudas das mais variadas espécies, com alta qualidade e produtividade (Oliveira, 1995).

A participação brasileira no MERCOSUL (Mercado Comum do Cone Sul) vem consolidando a floricultura nacional e a importação de outros países latino-americanos, como a Colômbia, Chile, Equador e Bolívia. A concorrência entre produtores tende a se acentuar, passando a exigir do setor o aprimoramento de questões como qualidade, padronização e organização (Arruda et al., 1996).

De acordo com Fernandes (1996), o cultivo de flores em vaso ocupa o primeiro lugar no mercado nacional, respondendo por aproximadamente 80% do total produzido. O segundo lugar é ocupado pelo cultivo chamado “de corte”, cuja produção pioneira é da rosa seguida do crisântemo, o segundo mais produzido. Dentre as flores cultivadas em vasos, destaca-se o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), planta ornamental comercializada em todo o mundo pela beleza de sua inflorescência. Em 1987 esta planta já se encontrava entre as flores com o maior volume das exportações brasileiras dirigido, principalmente, ao mercado europeu (Mercado das Flores, 1987).

O crisântemo em vaso apresenta-se em posição de destaque entre as plantas mais vendidas nos três maiores mercados nacionais: terceiro lugar na CEASA de Campinas, quinto no Veiling Holambra e sétimo na CEAGESP (São Paulo), sendo o valor global da comercialização atacadista de crisântemo, em vaso, no estado de São Paulo, avaliada entre R\$ 15 e 20 milhões (Junqueira & Peetz, 2004).

No manejo da fertirrigação no cultivo de flores em vasos, boa parte dos produtores segue padrões de adubação previamente estabelecidos, o que muitas vezes leva a produzir plantas sem um padrão de qualidade, que se altera segundo as condições ambientais. Outros produtores mais tecnificados, utilizam a medida da condutividade elétrica (CE) como referência para aumentar ou diminuir a concentração de sais na solução aplicada. No entanto, falta na literatura trabalhos que ajudem a identificar a CE mais adequada para o melhor desenvolvimento de plantas de crisântemo conduzidas em vaso.

O presente trabalho, portanto, foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de condutividade elétrica em cultivo protegido como meio de indicar a melhor concentração de sais a serem aplicadas às plantas sob análise, quais sejam os crisântemos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do crisântemo

A floricultura, no aspecto cultural e ecológico, salienta não só o uso de flores para a ornamentação de cerimônias cívicas, civis ou religiosas, mas também, a preservação e divulgação de espécies nativas em extinção no seu habitat (Kampf, 1989).

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) pertence a família Asteracea. É originário do Japão, onde simboliza vida longa e foi introduzido no ocidente há cerca de 200 anos. As espécies originais das atuais variedades cultivadas de crisântemos são *Chrysanthemum indicum* e *Chrysanthemum sinensis*; a primeira das espécies provém da Índia e a segunda tem origem na China e Japão (Bonás & Urcullu, 1953).

Os crisântemos são plantas vivazes, de caules ramificados e pubescentes, raramente com mais de 1 m de altura. Suas folhas são ovais, irregularmente recortadas e as flores reunidas em capítulos apicais ou axilares, com discos centrais amarelos e lígulas de cores múltiplas, conforme a variedade. Em geral, as formas híbridas tem capítulos dobrados, as lígulas compridas e, muitas vezes, intrigantemente recurvadas; as cores, ainda que baseadas em branco, amarelo, púrpura e tons vermelho, podem apresentar-se em inúmeros tons.

Os milhares de híbridos de crisântemo, por conveniência de horticultores, estão classificados em três grandes grupos: crisântemos tubulares, com lígulas em forma de finos tubos; crisântemos globulares com lígulas recurvadas para trás; crisântemos japoneses, com lígulas compridas dispostas ligeiramente em espiral. Todos florescem nos meses de noites longas e dias curtos, ou seja, possuem fotoperiodicidade negativa (Borges, 1995).

2.2. Fatores de produção do crisântemo

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são governados por fatores climáticos, ambientais e outros intrínsecos à cada espécie. Na floricultura, cuja competição por mercados é intensa, o diferencial de produtividade consiste no manejo adequado desses fatores para uma produção satisfatória. Os fatores de sucesso da cultura do crisântemo são, principalmente, diversidade de tipos e cores de flores; e precisão de resposta ao fotoperíodo para a indução floral. A expansão da cultura ainda enfrenta os limites da falta de informações do seu cultivo.

Quanto às variáveis climáticas, a temperatura do ar (T_a), a radiação solar e a duração total do período de crescimento da cultura são os que determinam o rendimento máximo da cultura. A temperatura do ar determina a taxa de desenvolvimento da cultura, influenciando no período total de crescimento necessário para atingir o ponto de colheita (Doorenbos & Kassam, 1979). A temperatura do ar está relacionada ao crescimento, devido ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte de seiva, e ao desenvolvimento normal das plantas. Estes processos só se sucedem de forma adequada entre certos limites térmicos, sendo que diferentes espécies toleram a distintos limites de temperatura.

Vários são os estudos sobre o efeito da temperatura na produção de plantas ornamentais. Dói et al. (1991) observaram que os efeitos da exposição à temperaturas altas do ar (30°C durante o dia e 25°C durante a noite) sobre a produção de crisântemo resultaram em hastes mais curtas e com menor número de flores. Kageyama et al. (1994) estudaram a produção de crisântemo a 15, 20 e 30° com 100 e 200 ppm de N. Observaram que

a 20°C houve crescimento melhor, independente da concentração de N, mas a 30°C, o resultado foi melhor com 200 ppm e a 15°C com 100 ppm.

De acordo com Fernandes (1996), o nível ótimo para o crescimento e florescimento do crisântemo está em torno de 21 a 24°C, sendo que temperaturas do ar inferiores a 20°C prejudicam o desenvolvimento das raízes.

A produção de crisântemo em estufa é aconselhável, pois a produtividade e a qualidade das flores são maiores, devido haver melhor controle do fotoperíodo e proteção contra chuvas indesejáveis, vento, granizo e geadas, além de reduzir o ataque de pragas. A altura do pé direito varia de 2 a 5 m, sendo que no Brasil o mais usual é o pé direito com 3 m para estufas construídas de madeira e 3,5 m para estruturas metálicas para que se minimize os problemas com altas temperaturas no interior das estufas do tipo Arco Capela. A altura da cumeeira é proporcional ao tamanho do vão, sendo que o ângulo de inclinação da cobertura deve permitir o perfeito escoamento das águas pluviais.

A umidade relativa do ar elevada no interior de estufas é um fator de grande contribuição para a incidência de doenças fúngicas. Nesse ambiente ocorrem elevados valores de umidade relativa do ar no período noturno, o que acontece em razão da pressão de vapor variar em função da temperatura do ar. Em média, são encontrados valores mais elevados de umidade relativa do ar no interior de estufas no período noturno e matutino, e valores próximos nos horários de temperatura do ar mais elevada.

O desenvolvimento da planta ocorre em função da soma dos fatores de produção, através do qual, pode-se avaliar a eficiência desses fatores. O conhecimento das necessidades nutricionais da cultura está intrinsecamente relacionado à adubação, que juntamente com a nutrição, promovem grande impacto sobre a qualidade, produtividade e longevidade das inflorescências e da planta. A nutrição e a adubação também possuem importância ecológica, pois a utilização de fertilizantes em doses adequadas representa a redução dos impactos ambientais. Além disso, apresenta relevância econômica, vez que contribui com a diminuição nos custos de produção pela redução do uso dos fertilizantes (Nell et al., 1997; Haver & Schuch, 1996).

2.3. Nutrição e adubação

Tem havido um aumento crescente no interesse por pesquisas sobre os aspectos qualitativos da produção vegetal, que não se baseiam exclusivamente em resultados quantitativos, devido à maior competição dos mercados produtores (Santos, 1995). A qualidade está associada ao suprimento adequado de nutrientes, sendo que a baixa qualidade pode ser atribuída aos desbalanços nutricionais (Wesenberg & Beck, 1964).

A análise química das plantas pode ser utilizada como técnica de diagnose do teor de nutrientes, e ainda para determinar a relação entre a sua disponibilidade no solo e o estado nutricional da planta. Para o crisântemo as referências são escassas sobre as concentrações de nutrientes. Embora a composição química da planta possa variar com a idade, órgão da planta, fatores climáticos e variedades, pode-se utilizar como base, também, culturas mais difundidas no Brasil, pertencentes à mesma família do crisântemo, como o áster e a rainha-margarida, ou com o comportamento de produção semelhantes em aspectos fisiológicos e arquitetônicos (Camargo, 2001). Na Tabela 1 estão apresentados os valores de concentração de nutrientes considerados adequados para o crisântemo, segundo alguns autores.

Usando uma seqüência de análises da planta durante o ciclo pode-se definir os seus requerimentos nutricionais. Os nutrientes requeridos em maiores quantidades pelas plantas são o nitrogênio e o potássio. O nitrogênio é necessário para a síntese de aminoácidos, aminas, proteínas, ácidos nucleicos, entre outros, fazendo parte da molécula de clorofila. A quantidade relativa de nitrogênio nas plantas reflete a relação entre proteínas e carboidratos estocados e também o tipo e qualidade de crescimento e florescimento (Marschner, 1995). É responsável também pela maior vegetação, perfilhamento e teor de proteína, estimulando a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas (Malavolta et al., 1997).

Tabela 1. Concentração de nutrientes considerados adequados para o crisântemo.

Autor	Estádio	Órgão	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			----- g kg ⁻¹ -----										
Jones Jr. et al. (1996)	até o início do botão	Folha	40-60	2,5-10	40-60	10-20	2,5-10	2,5-7	25-75	6-30	50-250	50-250	20-250
Jones Jr. et al. (1996)	início do botão ao final	Folha	35-50	2,3-7	35-50	12-25	2,5-10	2,5-10	25-75	6-30	50-250	50-250	50-250
Lima & Haag (1989a e b)	final	Folha Haste	13 12,5	2,2 1,8	39,6 22,4	10,1 2,9	10,1 2,9	0,2 0,1	130 147	83 21	236,4 116,5	1008,2 104,7	19,8 67,7
Tombolat o et al. (1996)	início da brotação	Folha	40-60	2,5-10	40-60	10-20	2,5-10	2,5-7	25-75	6-30	50-250	50-250	20-250
Malavolta et al. (1997)	início da brotação	Folha	40-60	2,5-10	40-60	10-20	2,5-10	2,5-7	25-75	10-50	90-300	50-300	15-200

Quanto ao potássio, é um grande construtor de qualidade, afetando significativamente a produção das plantas (Joiner, 1983). Ele estimula a vegetação e o perfilhamento (gramíneas), aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas, estimula o enchimento dos grãos, promove o armazenamento de açúcares e amido, ajuda na fixação simbiótica do N, aumenta a utilização da água e a resistência à seca, geada, pragas e doenças (Malavolta et al., 1997).

A importância da adubação nitrogenada sobre a produção e a qualidade em plantas ornamentais é bem conhecida. Lunt & Kofranek (1958) verificaram que era necessário manter altos níveis de nitrogênio durante os estágios iniciais de crescimento do crisântemo, pois as deficiências durante a fase inicial poderiam não ser superadas. Kofranek (1980) sugeriu que o N acumulado nas folhas, nos estágios iniciais, fosse possivelmente translocado para o desenvolvimento da inflorescência, concordando com Cockshull & Hughes (1968) os quais observaram que o acúmulo de material seco nas inflorescências ocorre parcialmente às custas das porções vegetativas da planta.

Joiner & Poole (1967) trabalhando com a cultivar “BlueChip” observaram que, apesar do aumento inicial na concentração de N nas folhas, esta reduziu por ocasião do florescimento. Fernandes et al. (1975) estudando a cultivar Suzuki cita a concentração dos macronutrientes nas raízes, folhas e hastes como praticamente inalterado.

Woodson & Boodley (1983) pesquisando o acúmulo e distribuição do N nas partes vegetativas das cultivares “Gient nº4” e “Indianópolis White” durante o desenvolvimento da cultura verificaram que ocorria um acúmulo inicial nos tecidos aéreos com a diminuição na absorção do elemento a partir da sexta semana, diminuindo o teor nas hastes consideravelmente até a 9ª semana. Acredita-se que tal fato se deve a uma possível remobilização do N para outras partes da planta como folhas e inflorescências, enfatizando porém, a importância da disponibilidade do N durante os estágios iniciais de desenvolvimento.

Lima & Haag (1989a) trabalharam com a cultivar “Golden Polaris” e apresentaram resultados parcialmente concordantes com Boodley & Meyer (1965) quanto aos teores de N e K e com Fernandes et al. (1975) quanto aos teores de P, Ca e Mg. Possivelmente a diferença observada principalmente entre Lima & Haag (1989a) e outros autores esteja

ligada ao fato de que os primeiros autores obtiveram resultados em plantas conduzidas em hidroponia.

A quantidade de N aplicada na planta também influencia a sua longevidade. Segundo Waters (1967), o N aplicado na fase final do crescimento do cravo reduziu a qualidade e a longevidade das flores. Roude et al. (1991), trabalhando com cultivares Bright Golden Anne e Fridon, concluíram que a longevidade dos crisântemos cultivados em vaso aumentou, quando a concentração de N decresceu. Já Winsor et al. (1970) relataram que as doses mais altas de N diminuíram a proporção de flores grandes em cravos. Esses resultados de longevidade concordam com outros trabalhos como Lodhi et al. (1994) que, estudando crisântemo (var. Flirt) em doses 0, 15, 30, 45 ou 60 g m⁻² de P₂O₅, observaram que o aumento das doses de N resultou em redução da vida da planta. A maior longevidade em vaso foi obtida com o controle (14 dias) e a menor longevidade com 60 g de N e 15 g de P₂O₅. Damke et al. (1997), também, em estudos de campo com crisântemo conduzidos na Índia, observaram que o tratamento sem aplicação de nitrogênio e a dose 40 g m⁻² de N resultaram em maior durabilidade das hastes florais em água (6 e 5 dias).

Zerche (1993), estudando o acúmulo de N em crisântemo (cv. Puma White), crescido em sistema hidropônico em 4 datas de plantio, observou que o acúmulo de N (0 a 800 mg N por planta) foi correlacionado linearmente com o acúmulo de material seco (0 a 20 g por planta), assim como o peso dos brotos.

A forma de aplicação do N também afeta a qualidade. Stensvand & Gislerod (1992) avaliando doses de N na forma de amônio (4,9 a 27%) e nitrato (4,6 e 9%), observaram, após 8 semanas, que o crisântemo apresentou melhor crescimento com 9 a 20% do N absorvido na forma de amônio.

O Potássio funciona em processo osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana, no controle do pH, embora não se conheça com clareza o modo como tudo isso se dá. É possível que uma das razões para as altas exigências potássicas seja a necessidade de concentrações elevadas no citoplasma, principalmente para garantir uma ótima atividade enzimática (Malavolta et al., 1997).

Pilanalii & Kaplan (1999) avaliando a absorção de macronutrientes em crisântemo cultivado em solo sob estufa ou plástico, sugeriram que atenção particular deve ser dada ao K aplicado, considerando a alta quantidade de K extraído pela cultura. Kayagama et al. (1993), baseados em séries de experimentos com crisântemo (cv. Seiun) cultivado em hidroponia, recomendam 250 a 300 kg K₂O ha⁻¹ para boas produções.

A adubação potássica deve ser equilibrada com a nitrogenada. A demanda de K aumenta quando o suprimento de N é elevado porque o K é necessário também à síntese de proteína (Joiner & Smith, 1962). Segundo Wilson (1981), altas proporções de N e K proporcionaram plantas com melhor qualidade, mas as concentrações elevadas de N promovem um atraso na floração, apesar da maior altura das hastes.

Boodley & Meyer (1965) foram os pioneiros a estudar a concentração de minerais durante o desenvolvimento da planta, baseando-se em trabalhos de Lunt & Kofranek (1958) e Lunt et al. (1963) sobre deficiências minerais em alguns cultivares. Relataram uma alta taxa de concentração de nitrogênio e potássio nas folhas intermediárias de crisântemo aumentando rapidamente durante as 4 primeiras semanas do crescimento, quando então são mantidas relativamente constantes. Constataram ainda que a época do ano não interferia na absorção de nutrientes, e que a porcentagem de N após 4 semanas estava em torno de 4 a 5% mantendo-se praticamente estável até o final do ciclo, enquanto a de K apresentava-se em torno de 3,5 a 5,5% chegando até 6% no aparecimento dos botões. O teor dos demais nutrientes manteve-se estável durante todo o ciclo.

Iiwang et al. (1992) estudaram o efeito do conteúdo de nutrientes no solo e da fertilização NPK (0, 10, 20, 30 kg de N como uréia; 0, 10, 20, 30 kg de P₂O₅ como fosfato e 0; 12,5; 25; 50 kg de K₂O como KCl) sobre o crescimento e a qualidade de flores em crisântemo. O peso das flores e altura das plantas foi menor na testemunha comparado com 49 ppm de nitrato, 140 ppm de P₂O₅ e 0,70 a 0,78 meq K trocável 100 g⁻¹ aos 60 dias após o plantio. A absorção de nutrientes seguiu a ordem K>N>Ca>P>Mg concordando com González & Bertsch (1989).

González & Bertsch (1989), estudando a absorção de nutrientes por crisântemo em 2 localidades, observaram que o nível dos nutrientes para as maiores produções

foram: K ($1404 \text{ mg planta}^{-1}$), N ($699 \text{ mg planta}^{-1}$), Ca ($263 \text{ mg planta}^{-1}$), P (94 g planta^{-1}), Mg (56 g planta^{-1}).

Quanto às relações N:K, Mostafa (1996) estudou o seu efeito em crisântemo, cultivado no Egito. Foram avaliadas as relações N:K 0:0; 1:0; 2:0; 0:1; 1:1; 2:1; 0:2; 1:2; e 2:2 ($1 = 9,6 \text{ g planta}^{-1}$; $2 = 19,6 \text{ g planta}^{-1}$), aplicados como sulfato de amônio e sulfato de potássio. Os resultados mostraram que o nitrogênio sozinho na dose $9,6 \text{ g por planta}$ resultou na maior altura enquanto 1:1 obteve resultado semelhante. A relação 1:2 aumentou o peso das folhas por ramo, quando comparado ao controle, em ambas as estações. Máxima longevidade das hastes florais foi obtida quando o potássio não estava associado às doses de N.

Eunyoung et al. (1998) estudaram os efeitos da força iônica da solução nutritiva (meio; padrão ou dobro) e da frequência de irrigação (2, 4, 8 vezes ao dia) na produção e longevidade do crisântemo. Quanto maior a frequência de irrigação (8 vezes por dia), maior o conteúdo de nutrientes, mas com 2 vezes por dia obteve-se maior durabilidade das hastes.

Pela literatura consultada, verifica-se que o potássio e o nitrogênio exercem grande influência sobre a produtividade e a qualidade das plantas ornamentais. Os níveis desses nutrientes para as condições temperadas, entretanto, não podem ser utilizados para as condições tropicais. A produção em solução nutritiva, em que as condições são controladas e há menor erro experimental, pode fornecer uma base para o entendimento desses níveis na produção.

2.4. Irrigação e fertirrigação

O cultivo protegido pode resultar numa economia de consumo de água de irrigação de até 50% (Stanghellini, 1993). O manejo da água em culturas irrigadas tem como ponto chave decidir como, quanto e quando irrigar. A quantidade de água a ser aplicada é normalmente determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada através da evapotranspiração ou por meio da tensão de água no solo. Para se determinar o momento da

irrigação, podem-se utilizar medidas de avaliação de água no solo, como o turno de irrigação, ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas (Sousa et al., 1997).

A questão como irrigar é definida pelo método ou sistema de irrigação. Dentre os métodos utilizados, a irrigação localizada vem sendo empregada com muito êxito na floricultura. A quantidade de água e frequência de irrigação é definida levando-se em conta a evapotranspiração da cultura, a capacidade que tem o solo ou o substrato de reter água e o volume a ser molhado.

A utilização adequada da água em cultivos irrigados tem proporcionado aos produtores a garantia da produção; porém, a maximização dos recursos naturais e o aumento da produtividade, não se dão apenas com o fornecimento de água às culturas. A elevação dos níveis de fertilidade do meio é também muito importante para o desenvolvimento e produção das plantas. (Sousa et al., 2002).

A água é um dos fatores fundamentais no processo de produção agrícola. A sua disponibilidade nos solos é função das características físicas e pode ser estimada mediante a curva de retenção de água do solo. Utilizando-se a curva de retenção para quantificar a necessidade de irrigação, a quantidade de água a ser aplicada deve estar entre os limites máximo de água disponível (CC) e o nível de consumo permitido pela cultura que pode ser definido em função do potencial matricial já estudado para várias culturas. Para o crisântemo o valor encontra-se entre -10 e -30 kPa (Karlovich & Fonteno, 1986). A irrigação baseada na tensão de água no solo permite economizar água em números de irrigação e conseqüentemente no volume de água aplicado.

Farias (2003), estudando o efeito de níveis de tensão de água (-2, -3, -4, -6, -10 e -30 kPa) em duas variedades de crisântemo de vaso, onde a aplicação de fertilizantes era realizada simultaneamente à aplicação de água, concluiu que o melhor vaso foi obtido com o tratamento com tensão de -10 kPa.

A aplicação simultânea de água e fertilizantes ao solo ou substrato, através dos vários sistemas de irrigação, é denominada fertirrigação sendo muito utilizada no cultivo de frutas, flores e hortaliças principalmente em ambiente protegido (Coelho, 1994; Carrijo et al., 1999). Tem grande importância, tanto do ponto de vista técnico como econômico. Essa técnica constitui um avanço na agricultura irrigada, requerendo maior

capacitação de técnicos e agricultores, e seu uso está relacionado a uma série de vantagens econômicas quando comparadas com os métodos tradicionais de adubação (Vivancos, 1983; Burt et al., 1998; Lopez, 1998).

Pode-se utilizar qualquer método ou sistema de irrigação para aplicar fertilizantes, todavia, os pressurizados são os mais apropriados (Boaz & Halevy, 1974). Por suas características e forma de aplicação de água de modo pontual junto à zona de concentração das raízes das plantas, destaca-se a irrigação por gotejamento como a mais adequada para aplicar fertilizantes (Goldberg & Shmuelli, 1970; Bresler, 1977; Sousa, 1993). Essas características possibilitam a aplicação do produto, quando necessário, no local requerido e em quantidade correta, o que permite a economia de fertilizantes e mão-de-obra, além de manter a planta com níveis ótimos de umidade e nutrição (Dasberg & Bresler, 1985; Frizzzone et al., 1985; Cuenca, 1989). Isso ocorre devido à redução das perdas dos nutrientes no solo (Bresler, 1977), e conseqüentemente o aumento da eficiência do uso dos fertilizantes pelas plantas (Phene et al., 1979).

O sistema de irrigação mais utilizado no crisântemo é o localizado do tipo microtubo “spaguetti” e gotejamento. Em ambos, a tubulação principal fica entre vasos e dela saem microtubos que, um a um, são colocados nos vasos. A quantidade de água a ser aplicada dependerá das condições ambientais (inverno/verão). No inverno é comum a redução dos volumes de água, devido à ocorrência de temperaturas mais baixas e menor perda de água pelas plantas por evapotranspiração. Neste caso, a solução de fertirrigação é aplicada de forma mais concentrada.

O princípio da aplicação da fertirrigação preconiza o uso de fertilizantes solúveis em água e equipamentos específicos para injetar a solução nas linhas de irrigação permitindo uma aplicação adequada e uniforme de fertilizantes (Sousa & Sousa, 1992) bem como o acompanhamento e o controle dos nutrientes no perfil do solo, e seus efeitos na interface solo, água e cultura. Portanto, a seleção correta dos fertilizantes é muito importante para o sucesso da fertirrigação.

O agricultor deve ter as precauções na determinação das doses a serem aplicadas, que são funções das necessidades nutricionais da cultura, conteúdo de nutrientes no solo, água de irrigação e análise foliar, extração de nutrientes pelas raízes, histórico da área e da produtividade esperada (Vivancos, 1993; Sousa & Sousa, 1992; Raji, 1991). As

recomendações com base em resultados de pesquisas experimentais sobre doses de nutrientes são mais práticas e seguras.

Com a técnica da fertirrigação as plantas podem receber pequenas quantidades de fertilizantes no início do ciclo de desenvolvimento, na fase vegetativa, podendo essa dosagem ser aumentada com o avanço do ciclo da planta, em função da fase de floração (Villas Bôas et al., 1999). Aplicações mais freqüentes e em menores quantidades permitem reduzir as perdas de nutrientes, aumentam a eficiência do uso de fertilizantes e promovem o aumento da produtividade (Pinto et al., 1993; Sousa, 1993; Sousa & Sousa, 1998). No caso do nitrogênio, os efeitos da aplicação com maior freqüência são mais evidentes devido a sua facilidade de perda no solo, principalmente nos solos de textura arenosa.

A uniformidade de distribuição de água é um dos principais parâmetros em avaliações do desempenho de um sistema de irrigação. Com a prática da fertirrigação o sistema de irrigação deve funcionar com alto índice de uniformidade de distribuição de água, por ser fundamental para que os fertilizantes sejam distribuídos uniformemente com a água de irrigação em toda a área, ou ao longo das linhas de cultivo (Sousa & Sousa, 1993; Sousa et al., 1998).

Para Wu & Gitlin (1974), a uniformidade de vazão numa linha lateral de gotejamento é função do comprimento da linha, pressão de entrada, espaçamento entre emissores e da vazão do fluxo total. Para Howell & Hiller (1974), citado por Pinto et al. (1988), a variação de vazão se deve também às perdas de pressão por atrito ao longo da tubulação e nas inserções dos emissores, ganho ou perda de energia de posição, qualidade de matéria-prima e dos processos de fabricação, obstruções e efeito da temperatura da água sobre o regime de escoamento, além da geometria do emissor.

Outros fatores como concentração da solução a ser injetada, tempo de aplicação, solubilidade e pureza dos produtos também afetam a uniformidade de distribuição de nutrientes, comprometendo o rendimento da cultura (Rolston et al., 1981; Holman, 1978). Para Pinto et al. (1988) a desuniformidade no fornecimento de água resulta em enormes variações na quantidade aplicada de fertilizantes, sendo a uniformidade de aplicação de fertilizantes dependente da aplicação de água.

A suspensão da fertirrigação antes da colheita, além do aspecto de longevidade, pode significar ao produtor uma redução de 2/12 na adubação, o que em função do volume produzido significa uma diminuição em gastos com a cultura. De acordo com Pereira (2002), nota-se que não há um consenso entre os produtores com relação à época da suspensão da adubação em crisântemo: alguns suspendem a adubação juntamente com a colheita e outros suspendem uma a três semanas antes da colheita.

Em estudo realizado por Pereira (2002), em que foram avaliados 4 níveis de reposição de água (100, 80, 60 e 40 %) por pesagem e três épocas de suspensão da fertirrigação na cultura do crisântemo var. White Diamond, cuja aplicação de adubos era realizada via água de irrigação uma vez ao dia nas quantidades de 400 g de nitrato de amônio, 800 g de nitrato de cálcio, 800 g de nitrato de potássio, 600 g de sulfato de magnésio e 150 g de MAP para 1000 L de água, concluiu-se que as melhores classes de qualidade do crisântemo foram obtidas com a suspensão da adubação quando 60% das inflorescências apresentavam-se abertas e com reposição integral da água consumida pela cultura. A partir dos parâmetros avaliados encontrou maior altura de haste (30,57 cm) com 80% da reposição de água; maior diâmetro de haste (0,35 mm), número de folhas (30), número de inflorescências (30) e diâmetro das inflorescências (8,08 cm) com 100% da reposição de água. Com a suspensão da fertirrigação quando 60% das inflorescências estavam abertas, proporcionou-se maior diâmetro das inflorescências (7,01cm), tendo sido pequena a diferença de diâmetro para o tratamento em que foi suspensa a fertirrigação com 20% das inflorescências abertas (0,17 cm).

Mota et al. (2003), estudaram os efeitos da suspensão da fertirrigação nas características químicas de crisântemo em vaso, e encontraram que os teores de macronutrientes e micronutrientes não diferiram entre os tratamentos, refletindo que não há aumento significativo da absorção de nutrientes a partir da décima semana de cultivo. Sarzi et al. (2003) estudando os efeitos da suspensão da fertirrigação nas características pós-colheita de crisântemo em vaso concluíram que as plantas de crisântemos que receberam a aplicação de 50% da dosagem, na 10ª semana, com suspensão da fertirrigação e da adubação a partir da 11ª, apresentaram maior longevidade em relação aos demais tratamentos.

2.5. Condutividade elétrica

São poucos os resultados na literatura que ajudam a identificar a condutividade elétrica (CE) mais adequada para o melhor desenvolvimento das plantas de crisântemo conduzidas em vasos. Por isso não há um manejo racional, principalmente em cultivo protegido, visto que apresenta condições ambientais próprias.

A salinização pode ter origem natural ou ser induzida pelo homem. Os processos naturais associados diretamente a pedogênese são os responsáveis pela maior parte da área salinizada no mundo (Tanji, 1990). Entretanto, a salinização causada pela ação do homem é a que traz maior impacto econômico, pois ocorre em áreas onde se realizou investimento de capital.

Em condições salinas, ocorre uma redução na disponibilidade de água, ou seja, com o acúmulo de sais no solo, o potencial total da água irá sofrer uma redução, ocasionado pela contribuição do potencial osmótico. Como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para menor potencial, haverá um maior gasto de energia para a absorção de água, apesar do potencial osmótico não ser similar ao mátrico, já que as plantas adaptam-se diferentemente às condições de salinidade (Lima, 1997). Embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver, o fato da planta entrar mais rapidamente em condições de estresse, provoca o fechamento dos estômatos reduzindo a fotossíntese, e diminuindo assim a translocação de nutrientes da raiz para a parte aérea, além de promover um gasto de energia para absorção de íons na forma ativa (Silva, 2002).

A elevada concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar a redução da permeabilidade da membrana citoplasmática, além de influenciar no processo da fotossíntese, já que o conteúdo da clorofila nas plantas é diminuído (Larcher, 1995). Conforme Cruciani (1987), sob condições de estresse salino, as folhas podem apresentar uma coloração verde azulada escura, maior espessura e cerosidade, enquanto as raízes mostram uma diminuição do alongamento e suberização, o que reduz a absorção de água e nutrientes.

Determinados íons são prejudiciais a certas espécies de plantas, dependendo da concentração que atinjam na solução do solo em decorrência da qualidade da água de irrigação utilizada. Dentre estes íons, destacam-se o cloreto, o sódio e o boro (Ayres & Westcot, 1985; Rhoads & Loveday, 1990).

O processo de salinização sob condições de ambiente protegido está relacionado diretamente ao acúmulo de sais em excesso na solução do solo. Existem duas causas que proporcionam o acúmulo de sais nos solos com maior frequência no cultivo comercial sob estufas. A primeira se deve à utilização de águas de qualidade inferior providas de poços, com alto teor de cloretos, carbonatos e bicarbonatos de sódio, cálcio e magnésio; e a segunda em virtude da adição de fertilizantes de elevados índices salinos em quantidades superiores à requerida para a nutrição das plantas, sendo esta última mais freqüentemente encontrada (Silva, 2002).

A irrigação praticada em estufas faz uso principalmente de águas superficiais captadas em rios e em córregos, águas estas que possuem baixos teores de sais. Assim sendo, parece ser a adubação excessiva a principal causa do problema de salinização (Silva et al., 1999).

Dentre os métodos empregados para estimar a concentração de sais no solo e substrato, a medida de valores da condutividade elétrica de solução do solo ou substrato é um método mais prático. A CE de uma solução representa a facilidade que esta tem em transportar corrente elétrica, ou seja, mede a resistência à passagem dos eletrodos, a qual ocorre em função da quantidade de solutos iônicos presentes na solução. Geralmente a concentração de sais dissolvidos na solução do solo, expressa em termos da condutividade elétrica a 25°C, envolve um processo bastante simples e rápido e tem uma precisão em torno de 90% para estimar o teor de sais na solução do solo (Doneen, 1975). A CE normalmente é expressa em dS m^{-1} ou mmho cm^{-1} a 25°C. Além desta, outras unidades podem ser utilizadas para expressar a concentração de sais na água, como meq L^{-1} , mmol L^{-1} , ppm ou mg L^{-1} e g L^{-1} .

O monitoramento da salinidade requer a aplicação de técnicas rápidas e apropriadas de avaliação e análise dos dados (Queiroz et al., 1997). De acordo com Richards

(1954), diferentes relações solo:água são utilizadas para determinação da CE de forma rápida e eficiente (por exemplo 1:1, 1:2 e 1:5). Os extratores aquosos são os mais empregados, diferenciando-se entre si pela proporção entre a água e o substrato, pela umidade prévia do material e a tomada da alíquota em peso ou volume.

Silva et al. (1999), afirmam que o conhecimento da composição química da solução do solo, bem como a condutividade elétrica, é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes ao longo do ciclo de uma cultura. Segundo Rhoads (1994), o nível de sais na zona radicular deve ficar abaixo do nível nocivo às plantas cultivadas. O limite de salinidade citado por Farnham et al. (1979) para crisântemo é de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ para a cv. Bronz Kramer e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ para a cv. Albatroz, valores esses de CE do extrato saturado capazes de afetar em 10% o desenvolvimento de flores. De acordo com Cavins et al. (2000), as faixas consideradas adequadas para crisântemo são: $2,0$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método do extrato de saturação e $2,6$ a $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método “Pourthru”. Para Röber & Schaller *apud* Kämpf (2000), a cultura do crisântemo é considerada exigente em quantidade, sendo o nível de salinidade alto com valores na faixa de 2 a 3 g KCl L^{-1} de substrato.

2.6. Qualidade do crisântemo

Motos & Oliveira (sd), citam que atualmente os produtos comercializados pelo “Veiling” – Holambra, um dos principais centros de comercialização de flores do Brasil, são submetidos a um sistema de classificação e padronização dos produtos reconhecido em todo o país. O sistema se baseia na classificação e padronização dos produtos a partir de parâmetros estabelecidos entre os grupos de produtores, fundamentados na necessidade do mercado. A classificação é realizada nas propriedades durante a colheita, e no momento da comercialização é revista por técnicos do “Veiling”– Holambra. Os produtos são separados em quatro grupos (A1, A2, B e C).

- Qualidade A1: são lotes formados por plantas de ótima qualidade, as quais devem apresentar-se isentas de pragas e doenças, com hastes firmes e boa sustentação; bem formadas; com florescimento uniforme; todas devem ter o mesmo estado de maturação e

coloração firme. As folhas podem apresentar leve presença de resíduos químicos. As hastes não devem apresentar “ramos ladrões” laterais. O tamanho das plantas deve variar de 23 a 35 centímetros, mantendo assim, uma proporcionalidade com o tamanho dos potes.

- Qualidade A2: são lotes formados por plantas de boa qualidade. Os produtos podem apresentar leves infestações de pragas e doenças, desde que não estejam comprometendo o aspecto e a durabilidade das plantas; as folhas podem apresentar poucos resíduos químicos; os lotes podem apresentar-se levemente desuniformes e fora dos tamanhos exigidos para a classificação A1, no entanto as plantas devem manter-se ainda proporcionais aos potes.

- Qualidade B: são produtos de qualidade regular, que não se enquadram nos padrões exigidos para as classificações A1 e A2.

- Qualidade C: são produtos de qualidade ruim apresentando-se fora de todos os padrões exigidos para as classificações acima, razão pela qual não poderão ser comercializados.

De acordo com Noordegraaf (1994), citado por Silveira e Minami (1997), o conceito de qualidade está relacionado aos aspectos externos porque os aspectos internos não podem ser mensurados durante o período de comercialização. Para ele os aspectos externos de qualidade considerados são: a estrutura (forma, comprimento); o número de flores e botões; a ausência de resíduos químicos, de pragas, doenças e de defeitos aparentes. Os aspectos internos são: a longevidade em condições de interior, a resistência contra condições de estresse durante transporte e comercialização, a suscetibilidade ao resfriamento e etileno, defeitos escondidos e estabilidade da cor em condições de interior. Alguns desses aspectos podem ser mensurados por métodos objetivos: número de flores abertas, comprimento da haste e tamanho da flor; outros devem ser estabelecidos subjetivamente, pela visualização, como forma (tipo), intensidade de cor e defeitos.

De acordo com Stringheta (1995), a altura de haste é uma das formas de se medir o crescimento, entretanto, para as plantas de crisântemo cultivadas em vaso, é desejável que a altura não seja diferente do padrão considerado ideal para cada variedade. 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, a altura ideal para

as plantas de crisântemo está entre 20 a 25 cm. O diâmetro de haste é um fator importante, pois confere maior rigidez, menor tendência ao tombamento e, também, maior resistência aos danos mecânicos durante o transporte.

O padrão está intimamente ligado à qualidade, pois um dos objetivos da padronização é estabelecer normas para a comercialização, classificação (qualidade, comprimento, sanidade) e embalagem (apresentação, embalagem e número de hastes por unidade de embalagem). Os aspectos externos da qualidade são os parâmetros utilizados para se definir um padrão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na propriedade Steltenpool, situada no distrito de Holambra II, município de Paranapanema, Estado de São Paulo, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 23°4'S, longitude de 49°W e altitude de 630 metros.

Sua instalação se deu em ambiente protegido, tendo a casa de vegetação uma área total de 6.000 m² e 4 m de pé direito. O ambiente possuía cobertura em arco, com plástico transparente de 150 micron, rodapé em concreto armado e cortinas laterais manejadas de forma a controlar a temperatura do ar (Ta), em seu interior, e proteger os vasos contra chuvas e vento (Figura 1).



Figura 1. Vista geral da área experimental

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas cinco épocas de leitura e as subparcelas pelos níveis de condutividade elétrica. Foram instalados simultaneamente cinco experimentos, a fim de avaliar, a cada quatorze dias, durante o período de condução de dez semanas, a área foliar, fitomassa seca e teor de macro e micronutrientes na parte aérea das plantas de um vaso por unidade experimental. Foi também instalado um experimento para análises de pós-colheita, tendo sido cada unidade experimental composta por dois vasos.

Os níveis de condutividade elétrica determinados na solução aplicada foram: 1,42; 1,65; 1,89; 2,13 e 2,36 dS m^{-1} (Tratamento (T) 1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente) para a fase vegetativa e 1,71; 1,97; 2,28; 2,57 e 2,85 dS m^{-1} (T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente) para a fase de botão. A quantidade de vasos da área útil do experimento foi de 240 unidades e outros 160 vasos constituíram a bordadura, distribuídos numa área total de 1,70 m x 22 m. Na Figura 2 encontra-se o croqui da área experimental representado por uma época de leitura, tendo sido instaladas outras cinco semelhantes.

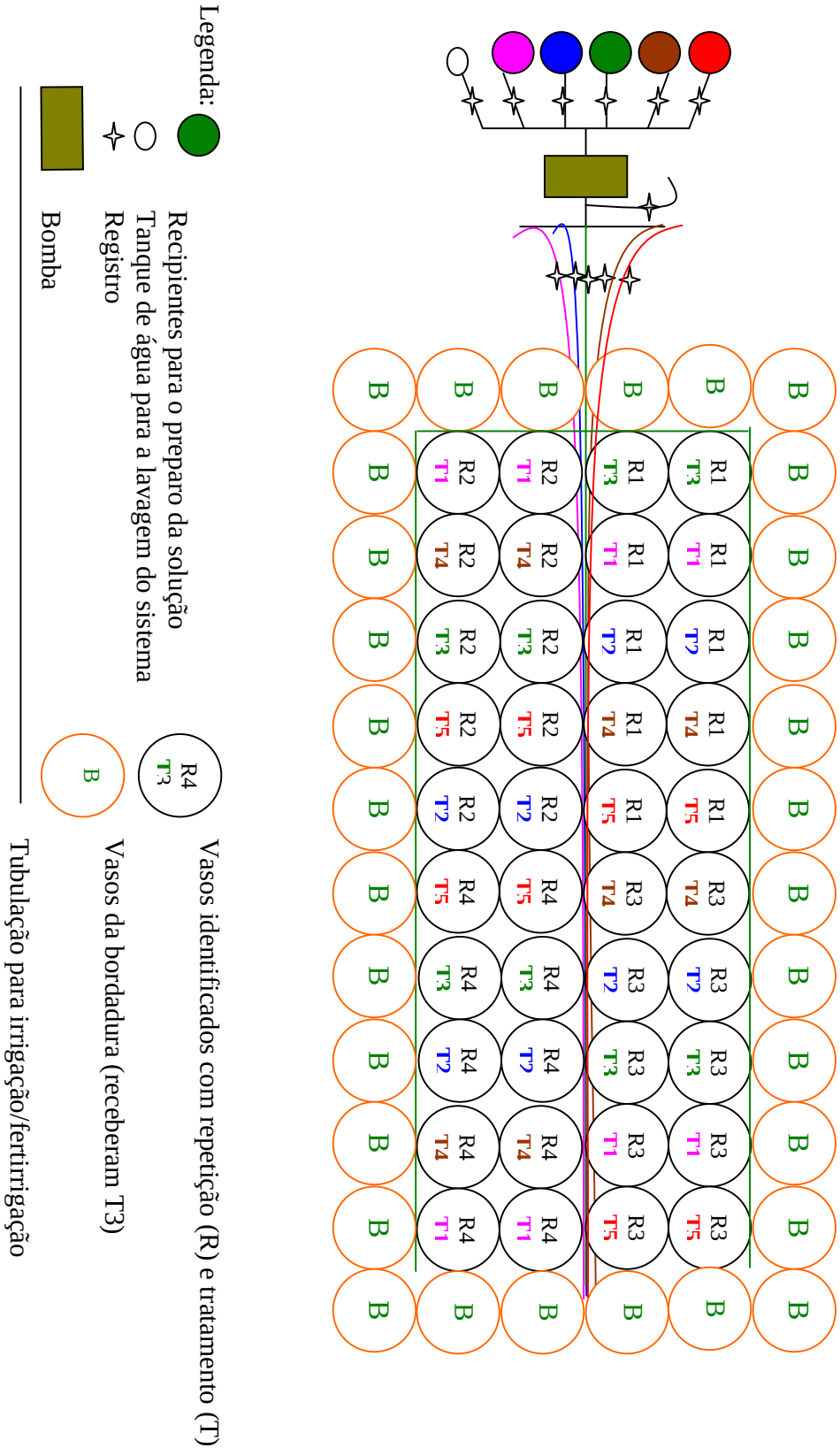


Figura 2. Croqui da área experimental representado por uma época de leitura, tendo sido instaladas outras cinco semelhantes

Para encontrar a relação entre a condutividade elétrica da solução e os totais de sais dissolvidos, utilizou-se inicialmente como referência aquela já utilizada e ajustada para a Empresa Steltenpool, segundo recomendações do Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas¹ (Tratamento 3 da Tabela 2). Quando a planta entra na fase de botão (26 dae) aumenta a demanda por nutrientes havendo com isso a necessidade de uma reformulação nas quantidades de nutrientes fornecidos, principalmente os mais importantes para essa fase.

Como fontes de fertilizantes foram utilizados os seguintes produtos: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, sulfato de amônio, sulfato de magnésio, monofosfato de amônio (MAP), tenso ferro, nutrimins ferro, starter e molibdato de sódio (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de adubos utilizados por tratamento na fase vegetativa e de botão para o preparo de 100 L de solução para aplicação na cultura do crisântemo.

ADUBO	Tratamento				
	1	2	3	4	5
Fase vegetativa					
Nitrato de Cálcio (g)	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
Nitrato de Potássio (g)	18,75	21,88	25,00	28,13	31,25
Sulfato de Amônio (g)	9,38	10,94	12,50	14,03	15,63
Sulfato de Magnésio (g)	7,88	9,19	10,50	11,81	13,13
MAP (g)	19,50	22,75	26,00	29,25	32,50
Tenso Ferro (g)	4,88	5,69	6,50	7,31	8,13
Starter (ml)	4,88	5,69	6,50	7,31	8,13
Molibdato de sódio (ml)	4,88	5,69	6,50	7,31	8,13
Fase de botão					
Nitrato de Potássio (g)	99,38	115,94	132,50	149,50	165,63
Sulfato de Magnésio (g)	30,75	35,88	41,00	46,13	51,25
MAP (g)	9,38	10,94	12,50	14,03	15,63
Nutrimins Ferro (ml)	9,00	10,50	12,00	13,50	15,00
Starter (ml)	4,88	5,69	6,50	7,31	8,13
Molibdato de sódio (ml)	4,88	5,69	6,50	7,31	8,13

As quantidades totais de nutrientes aplicados por vaso em cada tratamento na fase vegetativa e de botão no ciclo da cultura do crisântemo encontram-se na Tabela 3, tendo sido realizadas 63 aplicações via água de irrigação.

¹ VILLAS BÔAS, R.L. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Campus de Botucatu). Comunicação pessoal, 2003.

Tabela 3. Quantidade total de nutrientes aplicados por tratamento na fase vegetativa e de botão no ciclo da cultura do crisântemo, em g vaso⁻¹.

	Tratamento				
	1	2	3	4	5
	----- g vaso ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----				
Fase vegetativa					
N	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95
P ₂ O ₅	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70
K ₂ O	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Ca	0,41	0,48	0,55	0,62	0,68
Mg	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
S	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31
Fase de botão					
N	0,75	0,88	1,00	1,13	1,26
P ₂ O ₅	0,30	0,35	0,41	0,45	0,51
K ₂ O	2,36	2,75	3,15	3,55	3,94
Ca	-	-	-	-	-
Mg	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25
S	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33

3.3. Instalação e condução do experimento

Conduziu-se o experimento em vasos plástico número 15 com dimensões de 12,2 cm de altura, 14,8 cm de base superior, 9,8 cm de base inferior e volume de 1,3 l. As mudas foram adquiridas junto à Dekker de Wit e cada vaso tinha cinco mudas. Todas as plantas foram oriundas de um único lote de mesma idade. As estacas foram enraizadas com hormônio.

Foi cultivado crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), variedade White Diamond, de cor branca. O substrato consistiu numa mistura de 30% de terra de subsuperfície e 70% casca de pinus fina.

Após 14 dias de permanência das mudas em estufa de enraizamento, estas foram transferidas para estufa comercial já tendo sido submetidas ao “pinching” (poda do meristema apical para estimular o surgimento das brotações laterais, dando uma melhor formação às plantas).

Considerou-se o início do experimento em 22/01/2004, data em que as plantas foram retiradas da estufa de enraizamento. Portanto, os resultados são apresentados em dias após enraizamento (dae). A fase do experimento na estufa encerrou-se aos 56 dae. Os vasos do experimento de pós-colheita foram conduzidos para Botucatu-SP e locados no Departamento de Produção Vegetal da FCA/UNESP, em seguida avaliados por um período de trinta dias.

O experimento foi conduzido com o controle do fotoperíodo adequado a cultura do crisântemo para indução floral e os vasos mantidos livres de plantas daninhas. O controle fitossanitário preventivo foi feito à base de produtos e doses adequadas às eventualidades além de ter sido aplicado regulador de crescimento. Deu-se a desbrota dos botões laterais 35 dae mantendo uma inflorescência por haste e realizada a pesagem do material fresco descartado.

3.4. Variáveis climáticas

A fim de se avaliar e caracterizar o ambiente, foram realizados registros de temperatura do ar às 9h, 15h, máxima e mínima e umidade relativa do ar às 9h e 15h, ao longo do ciclo da cultura, utilizando medidor de temperatura de máxima e mínima do tipo portátil e higrômetro de estufa.

3.5. Distribuição de água do sistema de irrigação

Para manutenção do sistema de irrigação e visando uma melhor distribuição de água e fertilizantes, foi realizado um teste de uniformidade de aplicação de água. Utilizaram-se doze coletores, por tratamento, para amostrar água nos gotejadores distribuídos nas linhas laterais. A medição da solução foi realizada com proveta graduada em ml. O tempo de operação de cada teste foi de 2 minutos. A uniformidade de distribuição de água foi determinada utilizando a metodologia de Christiansen (1942), denominado Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (eq. 1), pelo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (eq. 2) e pelo Coeficiente de Uniformidade de Vazão (eq. 3).

- Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

$$CUC = 100 \left[1,0 - \frac{\sum |x_i - x|}{nx} \right] \quad (1)$$

em que: CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, expresso em porcentagem;
 x_i – vazão coletada no microaspersor de ordem i ($L\ h^{-1}$); x – média das vazões coletadas nos microaspersores ($L\ h^{-1}$); n - número de vazões coletadas.

- Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)

$$CUD = \frac{x}{X} \cdot 100 \quad (2)$$

em que: CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, expresso em porcentagem;
 x – média dos 25% das menores vazões coletadas ($L\ h^{-1}$); X – média geral das vazões coletadas ($L\ h^{-1}$)

- Coeficiente de Uniformidade de Vazão (CUV)

$$CUV = \frac{qm}{Q} \cdot 100 \quad (3)$$

em que: CUV - Coeficiente de Uniformidade de Vazão; qm - menor vazão coletada ($L\ h^{-1}$);
 Q - média das vazões coletadas ($L\ h^{-1}$).

3.6. Sistema de irrigação e manejo da fertirrigação

Foi adotado um sistema de irrigação por gotejamento utilizando um gotejador modelo Plastro com uma vazão de $4,3\ l\ h^{-1}$ na pressão de serviço de 10 mca.

O regime de aplicação de água foi de acordo com a tensão nos vasos determinada por Farias (2003), em plantas de crisântemo cultivadas em vaso. Para o monitoramento da irrigação foram instalados quatro tensiômetros com manômetro de mercúrio por tratamento, na profundidade de 9,5 cm, fabricados no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu-SP (Figura 3).



Figura 3. Detalhe dos tensiômetros e extratores de solução

A aplicação de água foi feita simultaneamente com fertilizantes, de acordo com os níveis de salinidade para cada tratamento. Prepararam-se cinco diferentes soluções em 5 diferentes recipientes, de modo que cada vaso recebesse as quantidades preestabelecidas de nutrientes e um mesmo volume (Figura 4). Para cada tratamento havia uma linha de irrigação. A suspensão da fertirrigação deu-se 46dae, de acordo com Mota et al. (2003) e Sarzi et al. (2003).

O monitoramento da concentração salina da solução do substrato na zona radicular das plantas foi feito por meio da extração da solução com o uso de extratores, com intervalo de 7 dias. Para tanto foram instalados quatro extratores de solução por tratamento, confeccionado com tubo de PVC e uma cápsula porosa de cerâmica em sua extremidade, numa profundidade de 9,5 cm. Para proporcionar o fluxo da solução do substrato para o extrator, retirava-se o ar de dentro dos extratores criando uma sucção interna de aproximadamente -70 kPa às 17 h (momento em que era verificada a umidade do solo, por meio de tensiometria) e coletava-se a solução às 7 h do dia seguinte, uma vez que o volume de água no vaso não permitiria um intervalo de tempo maior entre o vácuo e a coleta da solução. A solução foi coletada com uma seringa conectada a uma mangueira de silicone. Após a coleta foram determinados os valores de CE através de medidor de condutividade elétrica portátil da marca HORIBA.



Figura 4. Equipamentos de manejo da irrigação e fertirrigação

Os extratores e tensiômetros foram instalados nos vasos, localizados opostamente um ao outro (Figura 3). Foi também determinada a CE no extrato de saturação (1:2), medida no sobrenadante da mistura de uma parte de substrato para duas de água destilada.

3.7. Características da cultura determinadas

Semanalmente foram avaliadas as seguintes características de crescimento das plantas:

- Altura de plantas: foi obtida com régua graduada em milímetros, a partir da base superior do vaso, até o ponto extremo encontrado na planta, em dois vasos por unidade experimental;
- Diâmetro do buquê: as medições foram realizadas com suta graduada em milímetros, em dois vasos por unidade experimental.

A cada quatorze dias foram determinadas as seguintes variáveis da planta:

- Área foliar: a medição foi realizada com o uso de um medidor de área foliar eletrônico da marca Li-Cor, modelo L1-3100, em cm^2 ;

- Fitomassa seca da parte aérea: foi obtida após a coleta da parte aérea da planta, lavagem e secagem em estufa dotada de sistema de circulação e renovação de ar, à temperatura de 60°C, até obtenção de massa constante, sendo o material pesado em balança digital de precisão de 0,01g;
- Análise química da parte aérea das plantas: foi adotada a metodologia recomendada por Malavolta et al. (1997) para as determinações dos teores de macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S, e dos micronutrientes: B, Cu, Fe, Mn e Zn.

3.8. Características da cultura na pós-colheita

- Número de inflorescências: foi contabilizado o número de inflorescências totais por vaso;
- Diâmetro de inflorescências: as medições foram realizadas em todas as inflorescências contidas por vaso com o uso de paquímetro, em milímetros;
- Diâmetro de haste: as medidas foram realizadas em todas as hastes contidas por vaso com o auxílio de paquímetro, a 10 cm a partir da base superior do vaso, em milímetros;
- Área foliar: a medição foi realizada com o uso de um medidor de área foliar eletrônico da marca Li-Cor, modelo L1-3100, em cm²;
- Número de folhas: foi contabilizado o número de folhas totais por vaso;
- Tamanho das folhas: foi obtida através da divisão do valor total da área foliar pelo número de folhas da amostra, sendo o resultado expresso em cm²;
- Altura de plantas: foi obtida com régua graduada em milímetros, a partir da base superior do vaso, até o ponto extremo encontrado na planta, em dois vasos por unidade experimental;
- Diâmetro do buquê: as medições foram realizadas com suta graduada em milímetros, em dois vasos por unidade experimental.

3.9. Classificação e durabilidade das plantas na pós-colheita

Foi realizada a classificação dos vasos quanto à qualidade das plantas de acordo com a padronização realizada na própria Empresa, conforme Motos e Oliveira (sd)

com algumas modificações. Aos 56 dae, técnicos da Steltenpool que trabalham exclusivamente com crisântemo, analisaram o aspecto visual de 8 plantas por tratamento e atribuíram notas.

Os vasos do experimento de pós-colheita foram transportados para o Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, no município de Botucatu-SP, tendo sido feitas avaliações de diâmetro de inflorescências por um período de trinta dias.

3.10. Análise estatística dos resultados

Para a análise utilizou-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 1992). Os efeitos dos níveis de condutividade elétrica foram submetidos à análise de regressão em que foram testados os modelos linear e quadrático. Quando houve resposta significativa para análise de regressão, utilizou-se a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2). Utilizou-se o teste não-paramétrico de Friedman para a análise das notas atribuídas por técnicos ao aspecto visual das plantas de crisântemo no momento final do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis meteorológicas durante o período experimental

Os dados observados de temperatura do ar máxima e mínima, às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura do crisântemo são apresentados na Figura 5. Houve uma falha nos equipamentos de leitura de temperatura e umidade relativa do ar dos 12 aos 22 dae não sendo possível a coleta dos dados (Figuras 5 e 6).

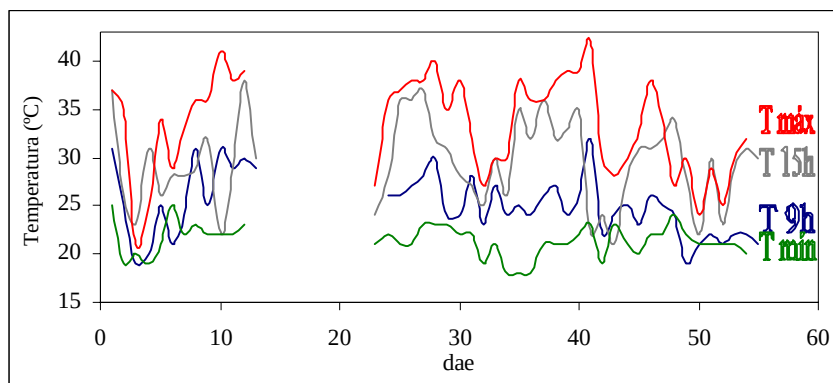


Figura 5. Variação das temperaturas do ar máxima e mínima, às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura.

Os valores máximo e mínimo das temperaturas médias do ar, no interior da estufa, foram de 33,4 e 21,3°C, respectivamente. A média das observações de temperatura às 9 h foi de 25,1°C e às 15h, de 29,6°C. De acordo com Fernandes (1996), o nível ótimo para o crescimento e florescimento do crisântemo está em torno de 21 a 24°C, sendo que temperaturas inferiores a 20°C prejudicam o desenvolvimento das raízes.

A umidade relativa média do ar às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura do crisântemo, foi de 59,7 e 47,5%, respectivamente (Figura 6).

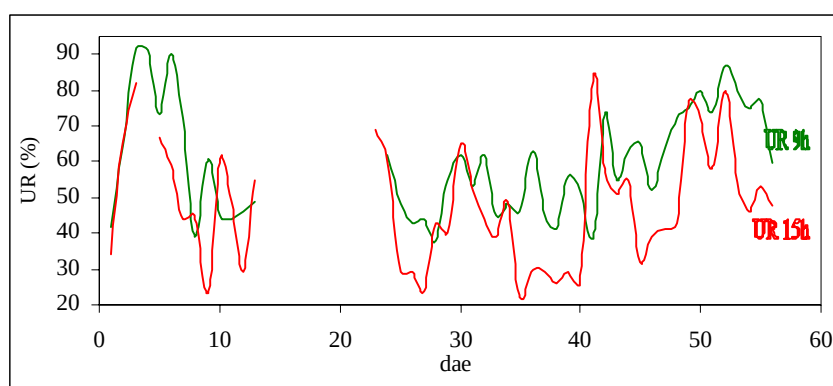


Figura 6. Variação da umidade relativa do ar às 9h e 15h, no interior do ambiente protegido durante o período de condução da cultura

4.2. Avaliação da distribuição de água do sistema de irrigação

O sistema de irrigação funcionava uniformemente dentro dos padrões recomendados para irrigação localizada embora tenha sido observadas oscilações nos valores de vazão ao longo das linhas laterais, de acordo com a variação dos valores de coeficientes de uniformidade na Tabela 4. Os coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) e de uniformidade de vazão (CUV), cujos valores foram superiores a 80%, de acordo com Abreu et al. (1987), indicam que o funcionamento do sistema de irrigação se deu dentro de padrões aceitáveis de uniformidade de distribuição de água.

Os elevados valores de coeficientes de uniformidade indicam bom funcionamento do sistema de irrigação, podendo-se afirmar que as variações encontradas não exerceram efeito significativo na aplicação dos tratamentos.

Tabela 4. Valores de coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), uniformidade de distribuição (CUD), uniformidade de vazão (CUV) e a média das vazões nas linhas de irrigação.

	CE Solução (dS m ⁻¹)	CUC	CUD	CUV	Média das Vazões
		----- % -----			----- L h ⁻¹ -----
T1	1,42	95	90,70	84,89	4,9
T2	1,65	97	94,15	97,33	5,3
T3	1,89	96	94,53	99,09	5,3
T4	2,13	96	92,35	99,21	5,6
T5	2,36	95	91,83	89,37	4,9

4.3. Características de crescimento das plantas

4.3.1. Altura de plantas

Na Tabela 5 são apresentados os valores de altura de plantas de crisântemo. A análise de variância revelou efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de condutividade elétrica (tratamentos) sobre altura de plantas somente aos 21 dae.

Tabela 5. Altura de plantas de crisântemo, em cm, em função dos tratamentos e da idade.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae			CE solução (dS m ⁻¹)	dae				
		7	14	21		28	35	42	49	56
		----- cm -----				----- cm -----				
T1	1,42	7,9	10,3	13,6	1,71	18,9	22,6	24,3	25,8	26,1
T2	1,65	7,8	11,1	14,6	1,97	20,5	23,8	24,6	26,6	27,4
T3	1,89	7,0	10,4	14,3	2,28	20,1	23,8	25,1	27,0	27,6
T4	2,13	7,9	11,2	14,9	2,57	20,4	24,0	24,9	26,5	27,5
T5	2,36	8,5	11,8	14,9	2,85	21,1	24,8	25,3	26,8	27,8
F		NS	NS	*		NS	NS	NS	NS	NS
Regressão		Q*	L*	L*		L*	L*	NS	NS	L*

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

*: significância ao nível de 5% de probabilidade.

O comportamento observado na altura de plantas para as demais idades mostra que a faixa de variação dos níveis de condutividade elétrica aplicados ao longo

do tempo não afeta esta característica. Este fato pode estar relacionado com uso de regulador de crescimento ao longo do ciclo da planta que iniciou a sua aplicação aos 25 dae. Deve-se considerar que se não houvesse a aplicação de regulador de crescimento (prática usual entre os produtores de crisântemo devido ao padrão de altura que as plantas devem apresentar no momento da comercialização), possivelmente as diferenças de altura seriam significativas.

Pela análise de regressão aos 21 dae, constata-se que a altura de planta de crisântemo aumenta linearmente com a elevação da condutividade elétrica no substrato até o valor de 14,9 cm (Figura 7).

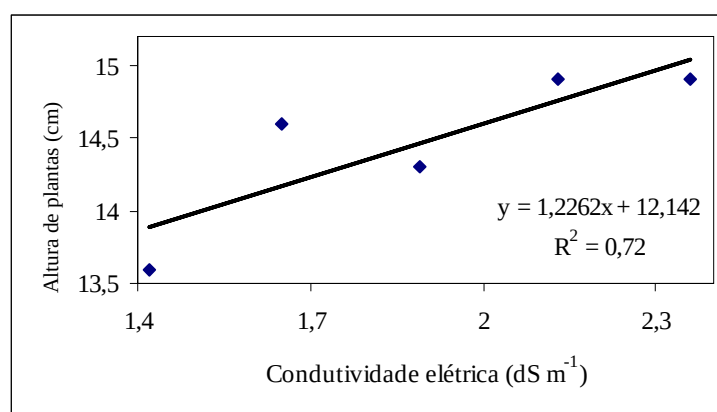


Figura 7. Altura de plantas de crisântemo, aos 21 dae, em função de níveis de CE

Pereira (2002), estudou o efeito de 4 níveis de reposição de água e três épocas de suspensão da fertirrigação na cultura do crisântemo variedade White Diamond e encontrou valores de altura de hastes entre 27,07 a 30,57 cm. De acordo com Stringheta (1995), a altura ideal para as plantas de crisântemo em vaso deve ser entre 20 a 25 cm. Apesar de no experimento ter ocorrido médias superiores a esta faixa, a homogeneidade de tamanho entre tratamentos manteve-se constante.

4.3.2. Diâmetro do buquê

Os valores de diâmetro do buquê do crisântemo, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica, são apresentados na Tabela 6. Houve efeito linear significativo ($P < 0,01$) em todas as datas amostradas.

Tabela 6. Diâmetro do buquê de plantas de crisântemo, em cm, em função dos tratamentos e da idade.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae			
		35	42	49	56
		cm			
T1	1,71	29,9	30,9	32,3	37,0
T2	1,97	31,1	33,1	35,5	39,6
T3	2,28	32,4	34,6	35,4	38,5
T4	2,57	32,8	33,1	35,9	39,3
T5	2,85	34,1	36,4	37,8	42,6
F		**	**	*	**
Regressão		L**	L**	L**	L**

L: efeito significativo linear.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quanto ao diâmetro do buquê, observou-se que para níveis mais baixos de CE, as hastes laterais não atingiram a mesma altura que as demais, o que fez com que o buquê apresentasse um menor diâmetro. Possivelmente esse efeito foi devido à quantidade de nutrientes nos tratamentos com menores CE não atenderem integralmente a demanda das plantas por nutrientes.

Pela Figura 8 observa-se que o diâmetro do buquê aumentou com o aumento dos níveis de CE, para as 4 épocas avaliadas.

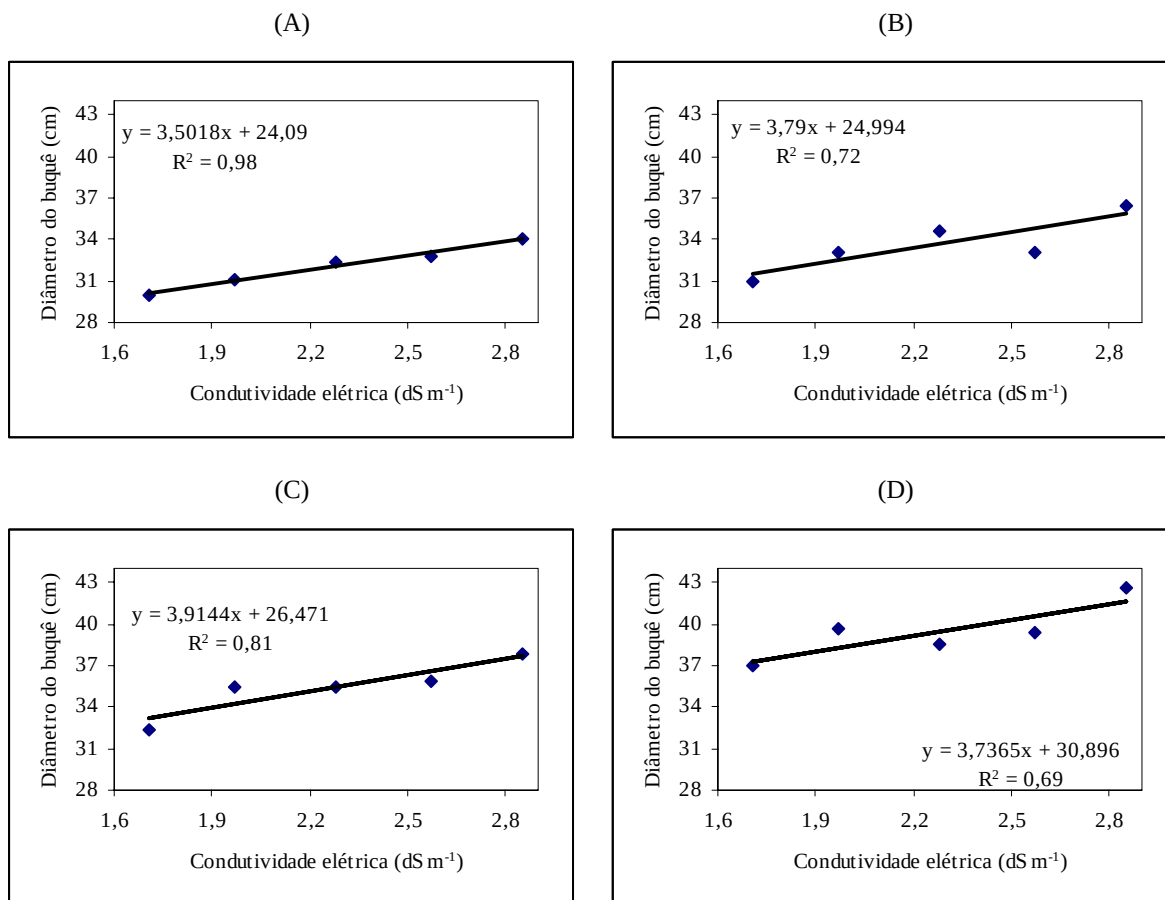


Figura 8. Diâmetro do buquê de plantas de crisântemo aos 35 dae (A), 42 dae (B), 49 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica

4.3.3. Área foliar

Na Tabela 7 são apresentados os resultados de área foliar. A análise de variância revelou efeito significativo dos níveis de condutividade elétrica sobre os tratamentos para todas as épocas amostradas.

Observa-se que aos 14 dae a área foliar foi maior para a CE de 1,42 dS m⁻¹ (Figura 9), o que significa dizer que o menor índice salino favoreceu o desenvolvimento foliar inicial. Considerando que nesse momento a demanda por nutrientes é ainda pequena, doses mais elevadas de sais aumentam os valores da CE na solução do substrato, possivelmente, para um nível acima do limiar, onde há gasto de energia para a

absorção de água e nutrientes (Lima, 1997). Deve-se considerar que para a maioria das plantas na fase inicial de desenvolvimento esse limiar é mais baixo.

Tabela 7. Área foliar da planta de crisântemo, em cm^2 , em função dos tratamentos e da idade.

CE solução		dae	CE solução	dae		
(dS m ⁻¹)		14	(dS m ⁻¹)	28	42	56
		-----cm ² -----		-----cm ² -----		
T1	1,42	1452,11	1,71	2021,32	2462,68	2404,26
T2	1,65	972,77	1,97	2819,51	2915,95	2927,63
T3	1,89	898,70	2,28	2620,63	2794,76	2806,44
T4	2,13	1038,61	2,57	2769,98	3232,78	3361,15
T5	2,36	983,63	2,85	2769,18	3209,71	3037,47
F		NS		**	**	**
Regressão		L*, Q*		L**, Q*	L**	L**, Q*

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

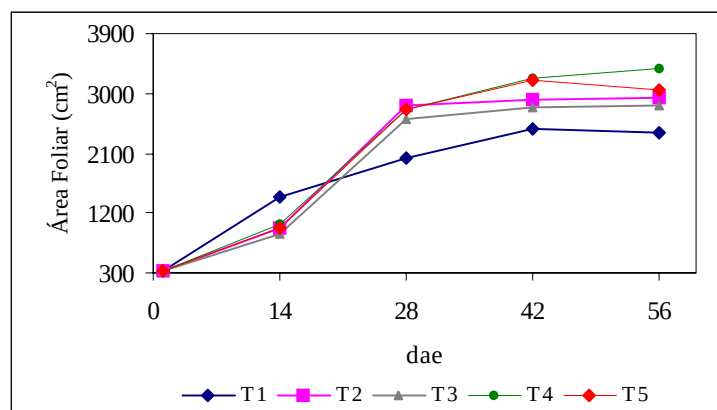


Figura 9. Área foliar da planta de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura

À medida que a planta se desenvolveu, demandou maior quantidade de nutrientes (Figura 10 B, C e D) sendo que a maior área foliar aos 28 dae foi obtida com a CE de $2,51 \text{ dS m}^{-1}$ e aos 42 e 56 dae, para $2,57 \text{ dS m}^{-1}$. Valores acima diminuíram a área foliar porque o estresse salino provoca o desenvolvimento de folhas com maior serosidade e

espessura (Cruciani, 1987). De acordo com Raviv & Blom (2001), as plantas reagem ao aumento da CE na solução pela redução da área foliar.

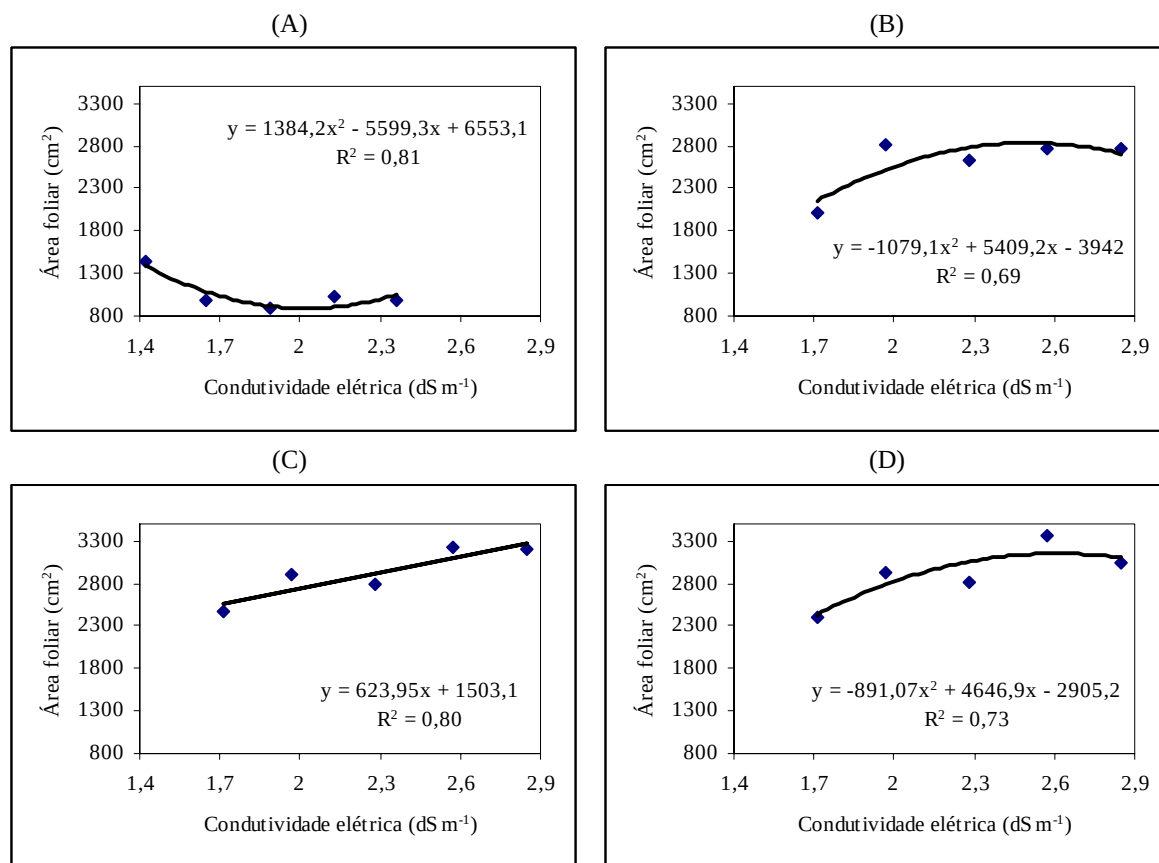


Figura 10. Área foliar da planta de crisântemo aos 14 dae (A), 28 dae (B), 42 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica

4.3.4. Fitomassa da planta de crisântemo

Para os valores de fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo verificou-se que os níveis de condutividade elétrica não influenciaram significativamente a sua produção (Tabela 8).

Na Figura 11 são apresentados os valores de fitomassa seca em função da idade. A fitomassa seca determinada aos 14, 28 e 56 dae indica que as diferenças não foram significativas tendo sido somente aos 42 dae (Figura 12), uma vez que no período dos 28 aos 42 dae houve o maior desenvolvimento da planta.

Tabela 8. Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo, em g planta⁻¹, em função dos tratamentos e idade.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae 14	CE solução (dS m ⁻¹)	dae 28	dae 42	dae 56
		--g planta ⁻¹ --		-----g planta ⁻¹ -----		
T1	1,42	3,86	1,71	11,42	20,34	30,73
T2	1,65	3,76	1,97	14,48	21,68	32,47
T3	1,89	3,61	2,28	13,54	22,11	30,45
T4	2,13	3,88	2,57	12,93	24,26	33,13
T5	2,36	3,93	2,85	14,25	23,87	30,23
F		NS		NS	NS	NS
Regressão		NS		NS	L**	NS

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

** : significância ao nível de 1% de probabilidade.

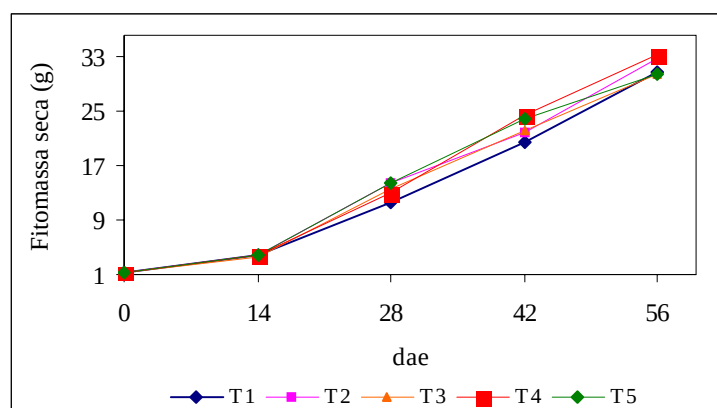


Figura 11. Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura

Deve-se considerar que aos 35 dae foi realizada a desbrota de botões laterais (prática usual no cultivo dessa variedade), cujo peso fresco médio da fitomassa retirada foi de 38 g vaso⁻¹.

Considerando o tratamento que recebeu a CE de 2,57 dS m⁻¹ verificou-se que este proporcionou maior fitomassa seca (24,26 g planta⁻¹) (Tabela 8). Valores acima diminuíram a fitomassa possivelmente em função do desvio de energia do crescimento para adaptação ao estresse, isto é, a redução da fitomassa seca pode refletir o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (Richardson &

McCree, 1985). Aí pode-se incluir a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células, a síntese de solutos orgânicos para a osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas, e a manutenção da integridade das membranas. Assim, a menor redução no crescimento do genótipo tolerante pode estar associada, entre outros fatores, a um menor custo de energia para a osmorregulação, o qual pode ser conseguido por meios de acumulação e da compartimentação de solutos inorgânicos no vacúolo e solutos orgânicos no citoplasma (Tal, 1985).

Lima & Haag (1989a), encontraram peso médio semelhante de plantas de crisântemo desenvolvidas em condição de casa de vegetação e solução nutritiva.

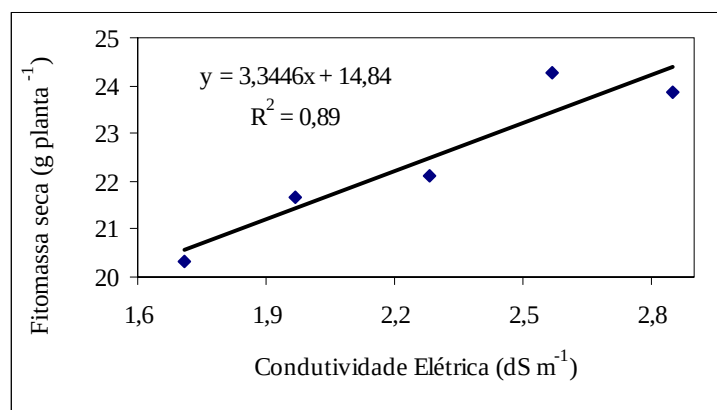


Figura 12. Fitomassa seca da parte aérea da planta de crisântemo aos 42 dae em função dos níveis de condutividade elétrica

4.4. Estado Nutricional das Plantas

A análise de variância para a concentração de macronutrientes na parte aérea da planta de crisântemo em função dos tratamentos revelou que os níveis de CE no substrato influenciaram significativamente a concentração de: Nitrogênio (N) aos 28 e 42 dae ($P < 0,01$); Fósforo (P) aos 14, 28, 42 e 56 dae ($P < 0,01$); Potássio (K) aos 28 dae ($P < 0,01$), aos 42 dae ($P < 0,05$) e 56 dae ($P < 0,01$) (Tabela 9).

Tabela 9. Concentração de N, P e K na parte aérea da planta de crisântemo, em g kg^{-1} , em função dos tratamentos e da idade.

Nutriente	CE solução (dS m ⁻¹)	dae	CE	dae			
		14	solução (dS m ⁻¹)	28	42	56	
		--- g kg ⁻¹ ---		-----g kg ⁻¹ -----			
N	T1	1,42	33	1,71	34	36	27
	T2	1,65	35	1,97	38	38	29
	T3	1,89	34	2,28	38	39	29
	T4	2,13	35	2,57	40	39	29
	T5	2,36	35	2,85	38	38	29
	F		NS		**	**	NS
	Regressão		NS		L**, Q*	L**, Q**	NS
P	T1	1,42	5,3	1,71	5,2	5,3	4,4
	T2	1,65	5,7	1,97	6,1	6,2	4,7
	T3	1,89	5,3	2,28	6,0	5,6	4,4
	T4	2,13	6,3	2,57	7,2	6,4	5,0
	T5	2,36	6,4	2,85	6,5	7,1	5,5
	F		*		**	**	**
	Regressão		L**		L**	L**	L**
K	T1	1,42	63	1,71	48	53	41
	T2	1,65	63	1,97	51	59	44
	T3	1,89	65	2,28	53	57	44
	T4	2,13	66	2,57	56	58	48
	T5	2,36	65	2,85	54	59	51
	F		NS		**	*	**
	Regressão		NS		L**	L*	L**

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os valores médios de concentração de N nas plantas observados neste trabalho foram inferiores às faixas propostas por Tombolato et al. (1996) e Malavolta et al. (1997), consideradas adequadas. De acordo com Jones Jr. et al. (1996), os valores da fase inicial de desenvolvimento da planta encontram-se abaixo da faixa proposta. Para a segunda fase os mesmos são adequados, exceto aos 56 dae por motivo da suspensão da aplicação de adubos 10 dias antes do ponto de colheita, de acordo com o sugerido por Mota et al. (2003). Os valores encontrados nesse trabalho em todas as épocas amostradas foram superiores aos apresentados em Lima & Haag (1989a), o que pode ser atribuído às diferenças das épocas de amostragem, variedades estudadas e às próprias condições de cultivo das plantas.

Para o N observou-se durante o ciclo de desenvolvimento das plantas de crisântemo, que os valores permaneceram praticamente constantes com o aumento dos níveis de CE. Além disso, o próprio metabolismo fisiológico do crescimento e da necessidade das plantas pelo nitrogênio nas diferentes fases de crescimento e senescência (Malavolta et al., 1997) pode ter influenciado neste comportamento. As plantas de ciclo curto absorvem e concentram nitrogênio nas folhas com o seu pico de crescimento. A partir desse ponto a demanda por este nutriente é reduzida e, conseqüentemente, sua concentração nos tecidos das plantas. Para a cultura do crisântemo, planta de ciclo curto, autores como Boodley & Meyer (1965), reportaram que a concentração de nitrogênio nas folhas intermediárias aumenta rapidamente nos primeiros 28 dias de crescimento, mantendo-se relativamente constante a partir deste ponto, o que está de acordo com os resultados observados neste trabalho. Nesse aspecto é importante salientar a necessidade de uma boa adubação nitrogenada para a produção e qualidade do crisântemo, tal como foi reportado por Lunt & Kofranek (1958), os quais destacam a necessidade de manter altos teores de nitrogênio durante os estágios iniciais de crescimento desta cultura.

Pela análise de regressão constatou-se efeito quadrático dos níveis de CE no substrato sobre a concentração de nitrogênio na parte aérea de plantas de crisântemo aos 28 dae (Figura 13 A) e 42 dae (Figura 13 B). Os maiores valores de concentração de nitrogênio nas plantas, 39 g kg^{-1} (28 e 42 dae) foram obtidos com os níveis de CE no substrato de 2,05 e $2,42 \text{ dS m}^{-1}$, cujos valores de N decresceram com a elevação da CE no substrato a partir desses pontos.

Na fase inicial de crescimento (primeiros 14 dias) e na fase final (56 dae), os níveis de salinidade no substrato não interferiram na concentração de nitrogênio nas plantas de crisântemo.

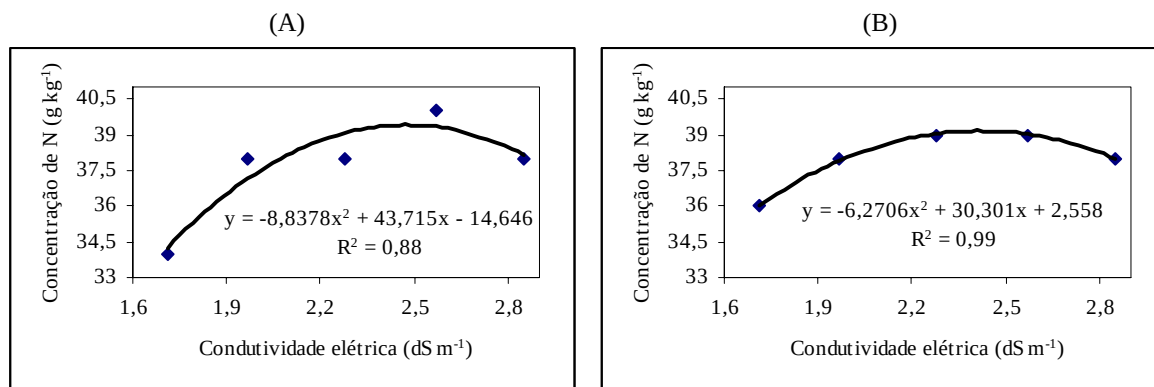


Figura 13. Concentração de N na parte aérea de plantas de crisântemo aos 28 dae (A) e 42 dae (B) em função dos níveis de condutividade elétrica

Considerando que o N desempenha um papel de extrema importância no crescimento das plantas de crisântemo (Lunt & Kofranek, 1958), e que o tamanho e vigor das plantas são características importantes para o mercado (Motos & Oliveira, sd), os dados sugerem que as adubações não devem proporcionar a elevação dos níveis de salinidade no substrato além de 2,05 e 2,42 dS m⁻¹ de condutividade elétrica aos 28 e 42 dae, respectivamente.

Para o N, P e K, o P foi o único nutriente que diferiu significativamente com a elevação da CE aos 14 dae. Possivelmente, este fato pode ser atribuído a um maior desenvolvimento radicular promovido pelo aumento do fósforo no substrato nessa fase, uma vez que o fornecimento de água por gotejamento se dá de forma freqüente mantendo teores ótimos de umidade na região de abrangência do sistema radicular, o que favorece a dinâmica deste nessa região, tornando-o mais disponível para a planta (Rauschokolb et al., 1976).

Em relação ao P a análise de regressão revelou efeito linear crescente dos níveis de CE no substrato sobre a concentração deste elemento em todas as idades das plantas amostradas (14, 28, 42 e 56 dae) (Figura 14), evidenciando que em qualquer idade das plantas a concentração de P na parte aérea aumentou com a elevação da condutividade elétrica no substrato. Tal como para o N, na fase de crescimento inicial das plantas, os teores de P na parte aérea do crisântemo mantiveram o mesmo comportamento, como se pode observar na Tabela 9. Dos 14 para os 28 dae, em todos os tratamentos houve um aumento dos teores de P,

exceto para o menor valor de CE, $1,42 \text{ dS m}^{-1}$, quando a concentração de P decresceu de $5,3 \text{ g de P kg}^{-1}$ (14 dae) para $5,2 \text{ g de P kg}^{-1}$ (28 dae). Os valores de teores de P na parte aérea das plantas de crisântemo obtidos neste trabalho estão dentro da faixa observada por Jones Jr. et al. (1996), Tombolato et al. (1996) e Malavolta et al. (1997) e bem superior aquela obtida por Lima & Haag (1989).

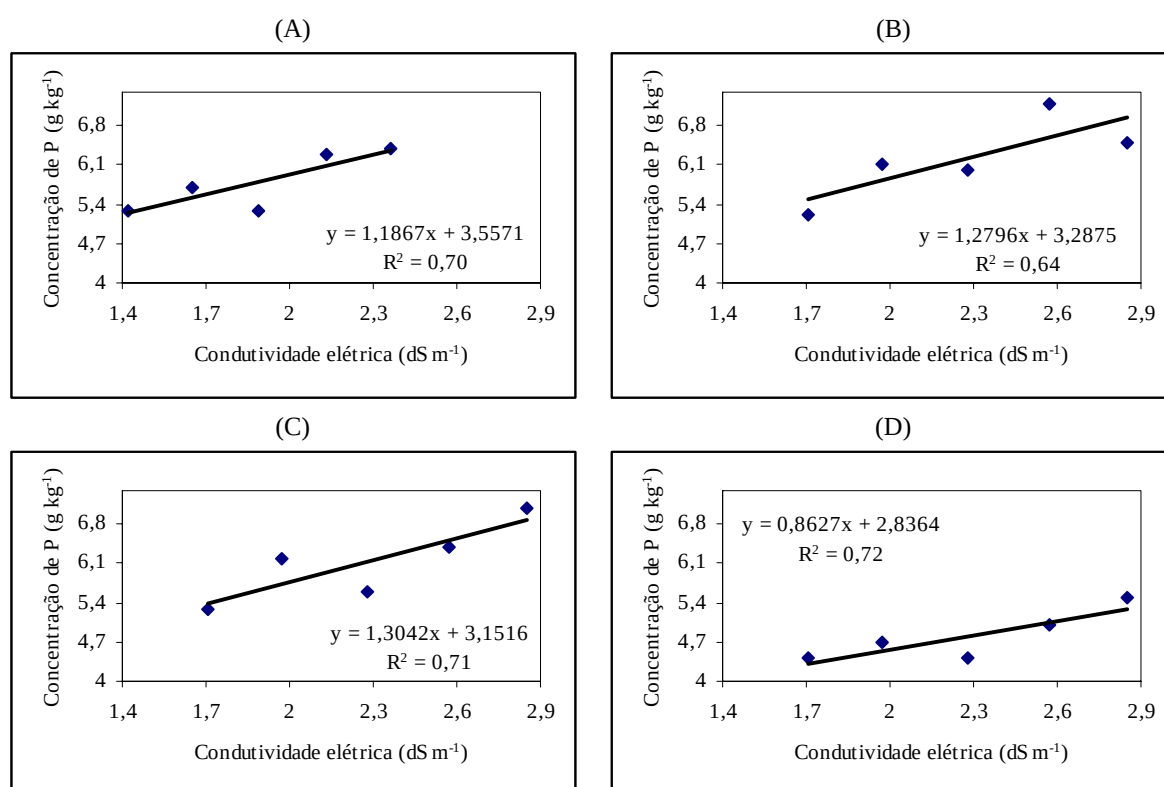


Figura 14. Concentração de P em planta de crisântemo aos 14 dae (A), 28 dae (B), 42 dae (C) e 56 dae (D) em função dos níveis de condutividade elétrica

A análise de regressão revelou efeito linear crescente dos níveis de CE no substrato sobre a concentração de K na parte aérea das plantas de crisântemo aos 28, 42 e 56 dae (Tabela 9 e Figura 15 B, C e D).

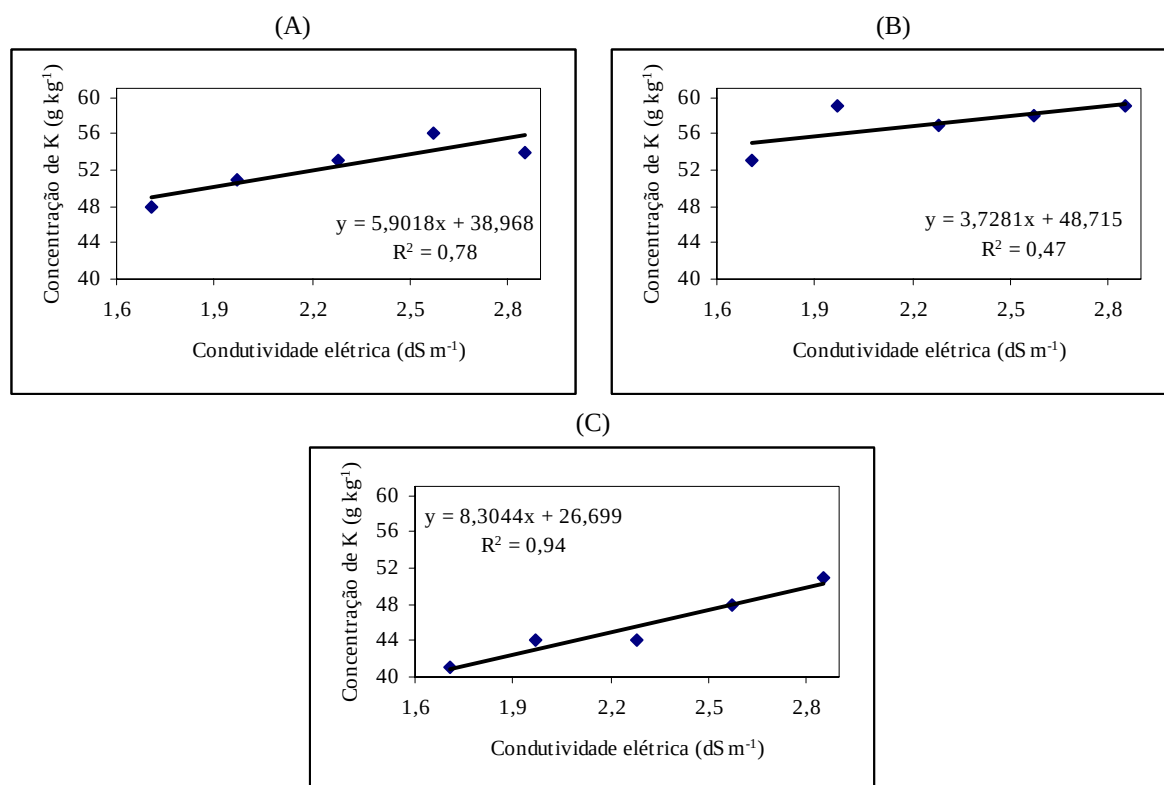


Figura 15. Concentração de K em planta de crisântemo aos 28 dae (A), 42 dae (B) e 56 dae (C) em função dos níveis de condutividade elétrica

Observou-se tendência de aumento nos valores de teores de K nas plantas com o aumento dos níveis de CE no substrato e uma redução da concentração dos 14 para os 28 dae. No entanto, é importante verificar que essa mesma tendência não foi constatada dos 28 dae para os 42 dae, cujos teores de K aumentaram, o que pode estar relacionado com o aumento, em cerca de oito vezes, nas dosagens de potássio aplicada na segunda fase quando comparado com aquelas aplicadas na primeira. Esse comportamento foi semelhante ao observado por Boodley & Meyer (1965), quando estudaram a cultivar Bonnoffon Deluxe desenvolvida em casa de vegetação em solução nutritiva. Os valores encontrados nesse trabalho estão próximos aos encontrados por Fernandes et al. (1975), no momento da coloração dos botões.

Apesar do aumento da quantidade de K aplicada nas plantas, os teores aos 28, 42 e 56 dae não atingiram os valores encontrados aos 14 dae. Possivelmente nesse período o teor foi diluído em uma massa maior de tecido devido ao desenvolvimento dos

botões florais por ser esse o nutriente mais demandado nessa fase. Os teores médios obtidos nesse experimento na fase vegetativa estão acima dos encontrados por Lima & Haag (1989a), Jones Jr. et al. (1996), Tombolato et al. (1996) e Malavolta et al. (1997). Já para a fase de botão, os teores de K encontram-se dentro da faixa proposta por Tombolato et al. (1996) e Malavolta et al. (1997). O K foi o nutriente mais requisitado pela cultura do crisântemo, assim como foi observado também por Fernandes et al. (1975).

Na Tabela 10 são apresentados os valores de concentração do Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) na parte aérea da planta de crisântemo em função dos tratamentos e da idade. A análise de regressão revelou efeito linear crescente dos níveis de CE no substrato sobre a concentração de Ca aos 14 e 42 dae, e para Mg aos 56 dae.

Pelos resultados nota-se que os teores de Ca e Mg na parte aérea das plantas estão dentro da faixa considerada adequada para crisântemo segundo Tombolato et al. (1996) e Malavolta et al. (1997), exceto para Ca aos 56 dae e que pequenas variações ocorreram entre os tratamentos, não justificando a discussão com relação à análise de regressão que para alguns casos foi significativa.

Para os teores de Ca aos 56 dae a explicação é que na segunda fase foi excluído o cálcio da adubação. Essa prática é utilizada entre os produtores, com o objetivo de eliminar a concorrência do Ca com o K, nutriente exigido em maior quantidade pelo crisântemo.

Os resultados para o S indicam que os teores foram baixos tanto para a fase vegetativa quanto para a fase de botão, sugerindo que outros ânions como o NO_3^- podem ter concorrido para a diminuição do teor de SO_4^{2-} na planta.

Tabela 10. Concentração de Ca, Mg e S na parte aérea da planta de crisântemo, em g kg^{-1} , em função dos tratamentos e da idade.

Nutriente		CE	dae	CE	dae		
		solução		solução			
		(dS m ⁻¹)	14	(dS m ⁻¹)	28	42	56
			----g kg ⁻¹ ----		-----g kg ⁻¹ -----		
Ca	T1	1,42	11	1,71	11	10	5
	T2	1,65	12	1,97	12	12	6
	T3	1,89	12	2,28	13	11	6
	T4	2,13	12	2,57	14	12	7
	T5	2,36	12	2,85	12	12	6
	F		NS		NS	NS	NS
	Regressão		L*		NS	L*	NS
Mg	T1	1,42	4,1	1,71	4,3	5,2	3,2
	T2	1,65	4,5	1,97	4,8	5,9	3,4
	T3	1,89	4,3	2,28	4,6	5,5	3,5
	T4	2,13	4,2	2,57	4,6	5,5	3,7
	T5	2,36	4,3	2,85	4,1	5,4	3,7
	F		NS		NS	NS	NS
	Regressão		NS		NS	NS	L*
S	T1	1,42	1,7	1,71	2,0	2,2	1,7
	T2	1,65	1,7	1,97	2,1	2,4	2,0
	T3	1,89	1,6	2,28	2,0	2,3	1,8
	T4	2,13	1,6	2,57	2,3	2,4	2,0
	T5	2,36	1,6	2,85	1,9	2,3	1,9
	F		NS		NS	NS	NS
	Regressão		NS		NS	NS	NS

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L: efeito significativo linear.

*: significância ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 11 são apresentados os valores de concentração de Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) na parte aérea da planta de crisântemo em função da idade. De modo geral, pode-se considerar que houve aumento nas concentrações de micronutrientes em função da CE, sendo maiores as diferenças observadas para B e Mn.

Nota-se que exceto para o Mn, todos os demais micronutrientes encontram-se numa faixa adequada segundo Tombolato et al. (1996).

Tabela 11. Concentração de micronutrientes na parte aérea da planta de crisântemo, em mg kg^{-1} , em função dos tratamentos e da idade.

Nutriente	CE solução (dS m^{-1})	dae		CE solução (dS m^{-1})	dae		
		14			28	42	56
		--- mg kg^{-1} ---			----- mg kg^{-1} -----		
B	T1	1,42	46	1,71	39	52	43
	T2	1,65	44	1,97	36	64	50
	T3	1,89	47	2,28	42	64	51
	T4	2,13	49	2,57	44	76	63
	T5	2,36	46	2,85	45	87	68
	F		NS		NS	**	**
	Regressão		NS		L*	L**	L**
Cu	T1	1,42	10	1,71	7	8	5
	T2	1,65	12	1,97	9	11	9
	T3	1,89	10	2,28	10	9	6
	T4	2,13	12	2,57	11	10	7
	T5	2,36	11	2,85	11	10	7
	F		**		**	NS	NS
	Regressão		Q*		L**	NS	NS
Fe	T1	1,42	208	1,71	111	115	75
	T2	1,65	191	1,97	109	116	71
	T3	1,89	219	2,28	256	111	68
	T4	2,13	201	2,57	119	102	73
	T5	2,36	199	2,85	88	98	72
	F		NS		NS	NS	NS
	Regressão		NS		NS	NS	NS
Mn	T1	1,42	18	1,71	18	31	24
	T2	1,65	21	1,97	28	51	32
	T3	1,89	18	2,28	28	55	36
	T4	2,13	22	2,57	36	62	50
	T5	2,36	25	2,85	39	81	63
	F		**		*	**	**
	Regressão		L**, Q**		L**	L**	L**
Zn	T1	1,42	44	1,71	38	48	49
	T2	1,65	49	1,97	51	64	67
	T3	1,89	45	2,28	53	60	65
	T4	2,13	50	2,57	57	67	80
	T5	2,36	51	2,85	68	79	92
	F		*		**	**	**
	Regressão		L**		L**	L**	L**

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

No caso do Mn, tanto na primeira como na segunda fase, os teores na parte aérea estão abaixo da faixa considerada adequada. Segundo Jones Jr et al. (1996), o excesso de Fe induz deficiência de Mn. A concentração de Fe na solução do tratamento 3 foi de 5 ppm, indicando que para melhorar os teores de Mn, deve-se diminuir essa concentração de Fe na solução aplicada.

4.5. Acompanhamento da condutividade elétrica no substrato

4.5.1. Condutividade elétrica determinada na solução do substrato retirada com extrator de solução

São poucos os resultados na literatura que expressam a CE diretamente em solução determinados com extratores de solução para a cultura do crisântemo. Na Tabela 12 e Figura 16 nota-se que houve aumento da CE em função das épocas de amostragem, sendo os maiores valores obtidos aos 42 dae. A partir dos 46 dae somente água foi aplicada, motivo pelo qual, nota-se diminuição da CE aos 49 e 56 dae.

Tabela 12. Condutividade elétrica do substrato retirada com extrator de solução em vasos de crisântemo, dS m^{-1} , em função dos tratamentos e da idade.

	CE solução (dS m^{-1})	dae			CE solução (dS m^{-1})	dae				
		7	14	21		28	35	42	49	56
		----- dS m^{-1} -----				----- dS m^{-1} -----				
T1	1,42	0,63	0,92	1,11	1,71	1,47	2,18	2,73	2,16	1,22
T2	1,65	1,09	1,27	1,37	1,97	2,03	2,40	5,58	4,80	4,28
T3	1,89	0,97	1,61	1,60	2,28	2,63	2,43	5,18	4,73	3,66
T4	2,13	1,15	1,97	1,96	2,57	3,50	4,35	6,90	5,00	3,83
T5	2,36	1,36	2,47	2,84	2,85	3,91	5,23	6,85	4,60	3,29
F		***		**		**	**	**	*	NS
Regressão		L**, Q*				L**	L**, Q**	L**, Q*	L*, Q*	Q*

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

***: aos 7 e 14 dias não havia o mesmo número de repetições (quatro) utilizado nas outras épocas amostradas

Esse aumento observado na CE pode ser atribuído, num primeiro momento, à sobra de nutrientes na solução do substrato, ou ainda, em função do momento de

amostragem refletir em parte a CE da solução, uma vez que o vácuo foi feito uma hora após a aplicação da solução, tempo esse, não suficiente para que houvesse equilíbrio da solução aplicada com o solo.

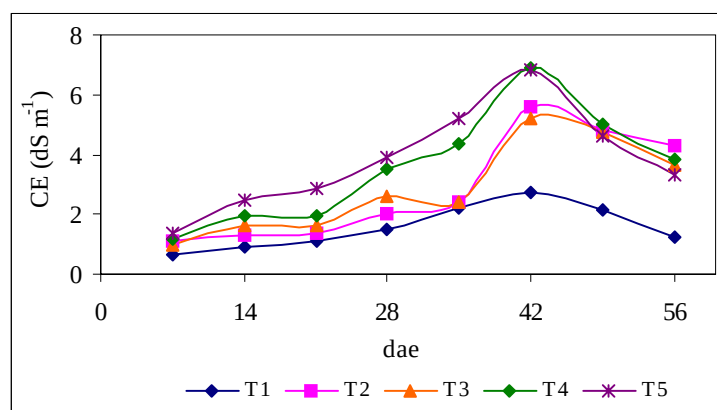


Figura 16. Condutividade elétrica do substrato retirada com extrator de solução em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura do crisântemo

Por isso são observados valores de até $6,9 \text{ dS m}^{-1}$ (aos 42 dae para o tratamento 4) os quais são considerados elevados segundo o limite de salinidade de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ para a cv. Bronz Kramer e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ para a cv. Albatroz, citado por Farnham et al. (1979), valores esses de CE do extrato saturado capazes de afetar em 10% o desenvolvimento de flores. De acordo com Cavins et al. (2000), as faixas consideradas adequadas para crisântemo são: $2,0$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método do extrato de saturação e $2,6$ a $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método “Pourthru”. Para Röber & Schaller *apud* Kämpf (2000), a cultura do crisântemo é considerada exigente em quantidade sendo o nível de salinidade alto estando na faixa de 2 a 3 g KCl L^{-1} de substrato.

Como pode ser observado na Figura 17, o tratamento 5 foi o único que apresentou sintomas de queima de bordas, característico de excesso de sais. De acordo com Lima (1997), plantas muito sensíveis à salinidade também absorvem água do solo juntamente com os sais, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sal absorvido. Este processo promove desbalanceamento e prejuízos ao citoplasma resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que

tão somente água, havendo nestas regiões acúmulo do sal translocado do solo para a planta, e obviamente intensa toxidez de sais.



Figura 17. Sintomas visuais de excesso de sais observados em folhas de crisântemo no tratamento 5

Uma forma de explicar a diminuição da CE no tratamento 5 em relação ao tratamento 4 nas amostragens aos 49 e 56 dae pode ser feita considerando que as plantas em T5 tinham menor área foliar (Tabela 7) e, conseqüentemente, transpiravam menos do que T4, fazendo com que o conteúdo de água no substrato fosse maior em T5 diluindo os sais presentes na solução.

4.5.2. Condutividade elétrica na solução 1:2

Na Figura 18 e Tabela 13 são apresentados os valores de CE do substrato medida na solução 1:2 em vaso de crisântemo em função da idade. Os resultados de CE determinados pelo método 1:2 indicam comportamentos diferentes na CE do substrato em função dos tratamentos.

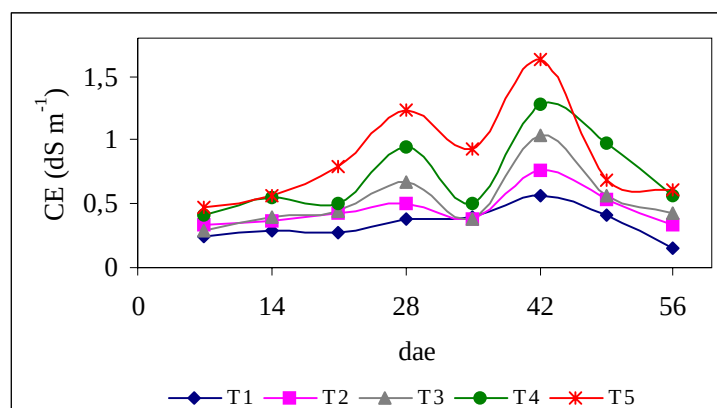


Figura 18. Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 em vaso de crisântemo em função dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura

Tabela 13. Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 em vaso de crisântemo em função dos tratamentos e da idade.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae			CE solução (dS m ⁻¹)	dae				
		7	14	21		28	35	42	49	56
		----- dS m ⁻¹ -----				----- dS m ⁻¹ -----				
T1	1,42	0,25	0,29	0,28	1,71	0,38	0,40	0,57	0,41	0,15
T2	1,65	0,33	0,36	0,42	1,97	0,51	0,38	0,76	0,53	0,34
T3	1,89	0,29	0,40	0,45	2,28	0,67	0,38	1,03	0,56	0,42
T4	2,13	0,41	0,55	0,51	2,57	0,95	0,51	1,28	0,98	0,56
T5	2,36	0,47	0,56	0,79	2,85	1,24	0,93	1,63	0,69	0,61
F		**	**	**		**	**	**	**	**
Regressão		L**	L**	L**		L**	L**, Q**	L**	L**	L**

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

** : significância ao nível de 1% de probabilidade.

Pode-se considerar que para os 3 tratamentos com menores níveis de CE não houve, até os 28 dae, valores elevados de CE, diferente do observado para T4 e T5 quando também para esse mesmo momento a CE se elevou, o que sugere que somente parte dos nutrientes aplicados estavam sendo absorvidos e a sobra desses sais no substrato promoveu o aumento da CE.

Do período de 28 aos 35 dae ocorreu a maior taxa de crescimento da planta, conforme já discutido nas Tabelas 5 e 8 o que, certamente, acompanhado de extração de nutrientes da solução do substrato, promoveu decréscimo acentuado da CE da solução para

os tratamentos 3, 4 e 5. É interessante notar que para a solução do tratamento 2 esse decréscimo não foi acentuado e para a do tratamento 1 não ocorreu diminuição.

Visualmente, as plantas dos tratamentos 4 e 5 apresentavam-se maiores e mais enfolhadas o que certamente promoveu uma transpiração maior da planta, favoreceu a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, diminuição dos mesmos no solo.

Após o período de máximo crescimento, notou-se que a CE voltou a aumentar, uma vez que a demanda por nutrientes da planta diminuiu, sugerindo que após esse período a concentração de nutrientes da solução pode ser diminuída. Após o corte da fertirrigação que ocorreu aos 46 dae, segundo recomendação de Mota et al. (2003), houve decréscimo da CE para todos os tratamentos.

Determinada a CE média entre as épocas da segunda fase de desenvolvimento da cultura pode-se chegar a 0,40; 0,55; 0,80; 0,93; e 1,12 dS m⁻¹ (solução 1:2), respectivamente para T1, T2, T3, T4 e T5. Deve-se considerar que a empresa onde foi desenvolvido o presente trabalho utiliza como referência o valor de 0,8 dS m⁻¹ e que as plantas conduzidas nesse experimento com uma média de 0,93 dS m⁻¹ apresentaram características superiores.

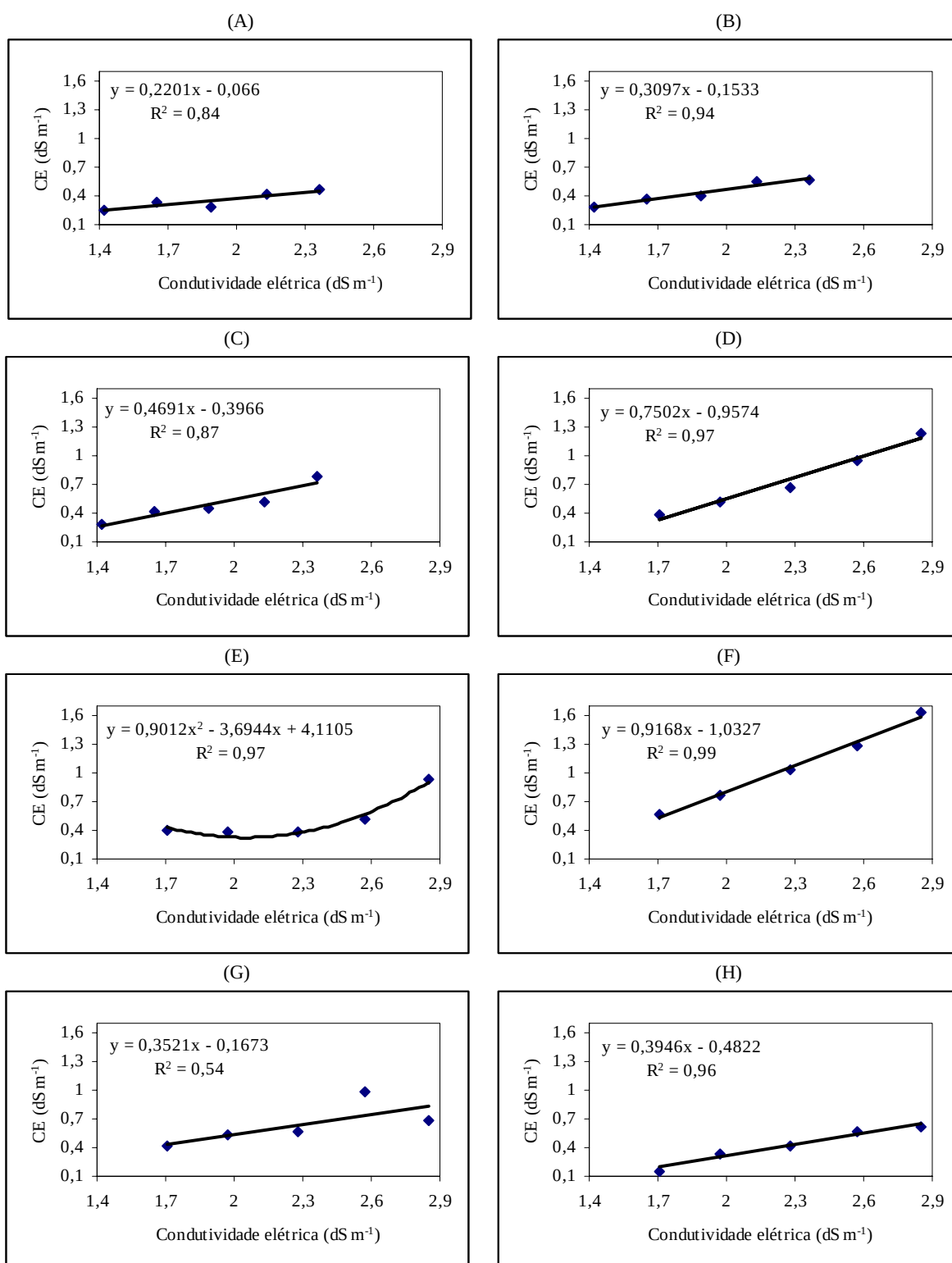


Figura 19. Condutividade elétrica do substrato medida na solução 1:2 aos 7 dae (A), 14 dae (B), 21 dae (C), 28 dae (D), 35 dae (E), 42 dae (F), 49 dae (G) e 56 dae (H) em função dos níveis de CE em vaso de crisântemo

4.5.3. Correlação entre a CE medida na solução do extrator de solução e na solução 1:2

A correlação entre a CE medida na solução retirada com o extrator (CE_{es}) e na solução 1:2 ($CE_{1:2}$) apresentou valores acima de 90% aos 7, 14, 21 e 28 dae e aos 35, 42, 49 e 56 dae valores abaixo de 80% (Figura 20).

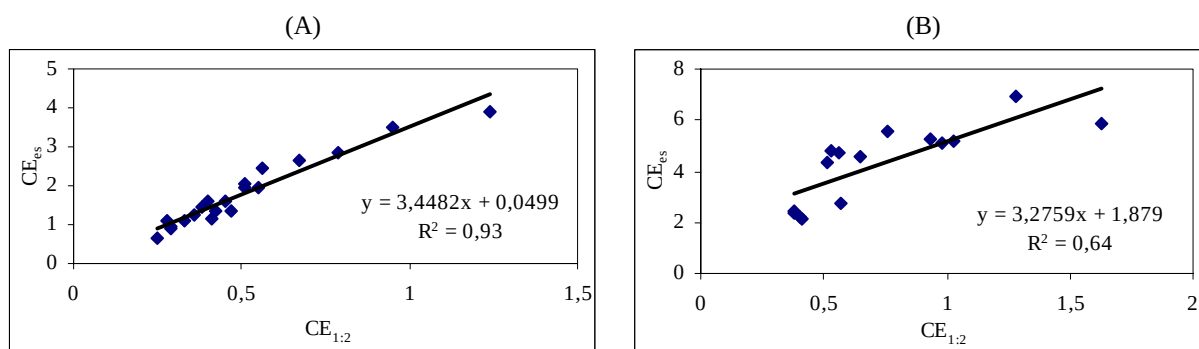


Figura 20. Correlação entre a CE medida na solução retirada com o extrator (CE_{es}) e na solução 1:2 ($CE_{1:2}$) aos 7, 14, 21 e 28 dae (A) e aos 35, 42, 49 e 56 dae (B)

Para as determinações aos 7, 14, 21 e 28 dae, os resultados observados estão de acordo com Gillman & Bell (1978), que encontraram boas correlações entre a CE da solução do solo com a CE medida no extrato solo:água 1:1, 1:2,5, 1:5 e 1:10, sempre com R^2 maior que 0,96. Entretanto, o valor máximo de CE_s encontrado foi de 1 dS m^{-1} , sendo que sob condições de baixa concentração eletrolítica os resultados são menos sujeitos a erros promovidos pela precipitação dos sais menos solúveis.

Dias (2004), encontrou alta correlação entre a CE_{es} e a $CE_{1:2}$, sendo o R^2 de 0,9129. Segundo Medeiros et al. (1996), é comum encontrar coeficiente de determinação acima de 0,90 para relação entre $CE_{1:2}$ e CE_{es} . Filgueira & Souto (1995), também verificaram a possibilidade de se utilizar extratores obtidos em relações 1:1 e 1:5, em substituição ao extrato de saturação, em solos salino-sódicos e sódicos degradados da região de Patos, estado da Paraíba.

A correlação aos 35, 42, 49 e 56 dae (Figura 20 B) não resultaram em bom ajuste de regressão. Pode-se justificar a diferença para as amostras realizadas antes desse período (7, 14, 21 e 28 dae) em função da perda de água dos vasos por transpiração das

plantas, que poderiam concentrar mais a solução do substrato e promover maiores diferenças com o método 1:2 em relação às medidas realizadas na 1ª fase, quando a área foliar das plantas era bem menor.

De acordo com Richards (1954), a segurança nas determinações de soluções mais diluídas depende das características do solo e dos tipos de sais presentes, pois, sais de baixa solubilidade precipitados no solo podem ser dissolvidos em proporções maiores que no extrato de saturação, devido à adição de água destilada e resultar em superestimativa dos riscos de salinidade.

4.6. Características de qualidade das plantas

4.6.1. Diâmetro de haste

Na Tabela 14 e Figura 21 são apresentados os valores de diâmetro de haste em função dos diferentes níveis de CE.

Tabela 14. Diâmetro de haste de planta de crisântemo, em mm, em função dos níveis de CE.

CE solução (dS m ⁻¹)		dae
		56
		-----mm-----
T1	1,71	3,22
T2	1,97	3,62
T3	2,28	3,54
T4	2,57	3,46
T5	2,85	3,56
F		**
Regressão		L*, Q*

L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

* e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Pelo teste F observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos e tanto linear como quadrática apresentaram-se significativas, embora o coeficiente possa ser considerado baixo.

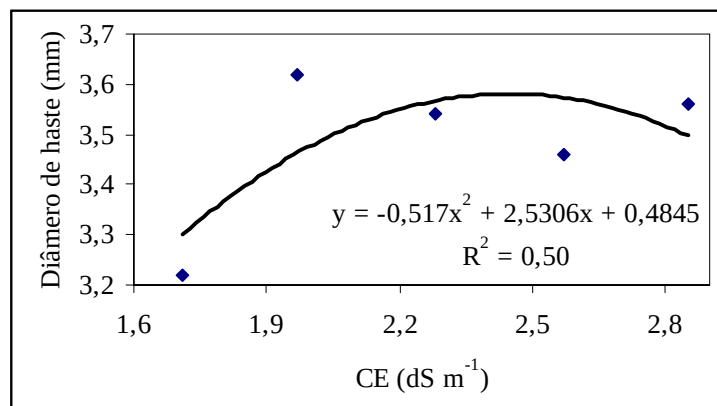


Figura 21. Diâmetro de haste de planta de crisântemo aos 56 dae em função dos níveis de CE

De fato, pode-se distinguir menor diâmetro para tratamento 1 o qual recebeu nível de CE mais baixo, sendo que para os demais valores de CE os diâmetros foram semelhantes.

O maior diâmetro de haste encontrado no presente trabalho (3,59 mm) para CE de 2,45 dS m⁻¹ está próximo ao maior valor médio de diâmetro de haste (3,5 mm) encontrado por Pereira (2002), para crisântemo, variedade White Diamond.

De acordo com o padrão de qualidade da empresa onde foi desenvolvido o experimento, as hastes devem apresentar-se firmes.

4.6.2. Diâmetro de inflorescência

Com o objetivo de detectar se a CE afetava a pós-colheita, avaliou-se o diâmetro da inflorescência em três diferentes momentos pós-colheita (Tabela 15).

Nota-se que no 1º dia de pós-colheita (dpc) o tratamento com menor CE, apesar de não significativo, apresentou maior diâmetro, o que significa, maior porcentagem de flores abertas em relação aos demais tratamentos. Já aos 15 e 30 dias, esse mesmo tratamento apresentou os menores diâmetros, o que sugere que a inflorescência foi menor, pois desidratou precocemente afetando o seu diâmetro.

Tabela 15. Diâmetro de inflorescência de crisântemo, em mm, em função dos níveis de CE e dos dias pós-colheita.

CE		dpc		
solução		01	15	30
(dS m ⁻¹)				
		-----mm-----		
T1	1,71	77,93	87,85	73,85
T2	1,97	74,95	94,01	74,50
T3	2,28	74,98	96,47	85,07
T4	2,57	72,48	89,30	74,20
T5	2,85	76,00	95,56	78,35
F		NS	NS	NS
Regressão		NS	NS	NS

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Pereira (2002), encontrou para a mesma variedade utilizada neste estudo diâmetro médio de inflorescência de 80,8 mm. Deve-se considerar, no entanto, que conforme se diminui o número de inflorescências, aumenta-se o diâmetro da mesma e vice-versa.

4.6.3. Número de inflorescências

Na Tabela 16 está descrito o número de inflorescências por vaso. Como era de se esperar não houve diferença significativa ($P < 0,05$), uma vez que o número de hastes é definido logo no início do enraizamento, com a emergência dos brotos laterais estimulados pela realização do “pinching”.

Tabela 16. Número de inflorescências de crisântemo em função dos níveis de CE.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae
		56
T1	1,71	22
T2	1,97	22
T3	2,28	22
T4	2,57	23
T5	2,85	22
F		NS
Regressão		NS

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.6.4. Número de folhas

Na Tabela 17 é apresentado o número de folhas por vaso. Nota-se que não houve efeito significativo dos tratamentos para teste F e regressão ao nível de 5% de probabilidade, apesar de haver uma tendência de aumento do número de folhas até o tratamento 4.

As adaptações morfológicas mais comuns nas plantas em condições de estresse hídrico e salino são a redução do tamanho e do número de folhas, que representam formas de reduzir a perda de água por transpiração (Maas & Nieman, 1978; Shannon 1979; Fageria, 1989). Por outro lado, numa condição ideal de nutrição e adubação, as plantas apresentam maior número de folhas e, conseqüentemente, maior será a área foliar para a realização da fotossíntese, elevando a produtividade e a qualidade. Tal afirmativa pode ser observada no trabalho de Mastalez (1987) com rosas.

Tabela 17. Número de folhas de crisântemo por vaso em função dos níveis de CE.

	CE solução (dS m ⁻¹)	dae
		56
T1	1,71	287
T2	1,97	295
T3	2,28	299
T4	2,57	304
T5	2,85	290
F		NS
Regressão		NS

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.6.5. Tamanho das folhas

Quando se dividiu a área foliar média das plantas pelo número médio de folhas determinou-se o tamanho médio de folhas (Tabela 18 e Figura 22); do resultado obteve-se efeito linear e significativo ($P < 0,01$).

Tabela 18. Tamanho médio de folhas de crisântemo por vaso, em cm^2 , em função dos níveis de CE.

	CE solução (dS m^{-1})	dae
		56
		----- cm^2 -----
T1	1,71	8,38
T2	1,97	9,93
T3	2,28	9,45
T4	2,57	11,06
T5	2,85	10,46
F		**
Regressão		L**

L: efeito significativo linear.

** : significância ao nível de 1% de probabilidade.

Nota-se que, em média, as folhas apresentaram dimensões diferentes entre os tratamentos, o que também se pode observar visualmente.

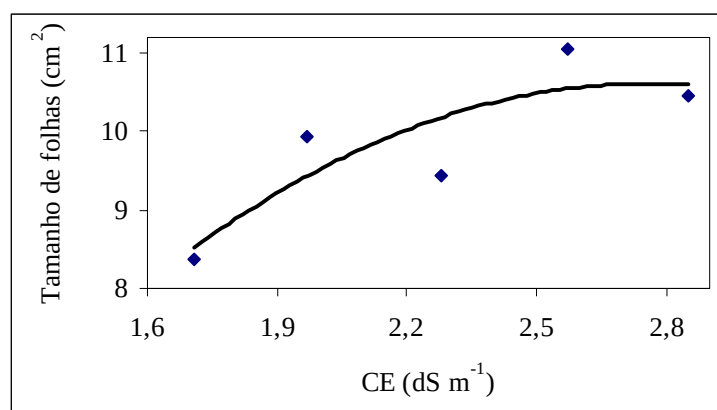


Figura 22. Tamanho médio de folhas de crisântemo por vaso em função dos níveis de CE

4.6.6. Classificação das plantas a partir da avaliação de técnicos

Na Tabela 19 são apresentadas as notas atribuídas ao aspecto visual dos vasos em função dos níveis de CE. Pelo Teste de Friedman há diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$) de acordo com a classificação de seis técnicos sobre o aspecto dos vasos. Vale ressaltar que quanto menor o somatório das notas atribuídas, melhor o resultado

em análise. Contudo, o tratamento 4 foi o que proporcionou vasos com o melhor aspecto visual.

Essa avaliação determina: a) comercialização ou não do vaso (em alguns casos, dependendo da qualidade, os vasos são descartados); b) o preço que poderá ser diferenciado em função da qualidade. Deve-se considerar que como a empresa comercializa cerca de 12.000 vasos semanais, a avaliação é de extrema importância pois busca a manutenção de um padrão de qualidade.

Tabela 19. Somatório das notas atribuídas ao aspecto visual dos vasos em função dos níveis de CE pelo teste de Friedman

	CE solução (dS m ⁻¹)	Somatório das notas
T1	1,71	30 c
T2	1,97	18 abc
T3	2,28	24 bc
T4	2,57	8 a
T5	2,85	10 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de comparações múltiplas de Friedman

4.6.7. Padrão de qualidade dos vasos

Os vasos foram classificados segundo Motos e Oliveira, (sd) e a partir dos parâmetros padronizados pela própria Empresa. Todos os 40 vasos analisados encontravam-se dentro dos padrões para a comercialização, qualidade A1.

4.6.8. Aspecto visual das plantas

Considerando-se que para a produção de flores são necessárias características importantes no momento da comercialização, pode-se dizer que a dose aplicada no tratamento 4 foi a que proporcionou vaso com a melhor formação e melhores resultados

para a maioria das características analisadas, tendo o vaso aspectos desejáveis pelo mercado consumidor (Figura 23).



Figura 23. Influência dos tratamentos T1 (1), T2 (2), T3 (3), T4 (4) e T5 (5) na formação do vaso

Aos 56 dae observou-se no tratamento 4 que um maior número de ramos laterais alcançou a extremidade superior do buquê, afetando positivamente na sua arquitetura principalmente em relação ao observado para os tratamentos 1 e 2.

Durante a condução do experimento observou-se que as primeiras diferenças na formação e definição da arquitetura das plantas ocorreram antes da troca dos níveis de condutividade elétrica. Outro fato verificado foi a coloração verde mais intensa nas folhas das plantas de crisântemo conduzidas com o tratamento 4.

4.6.9. Sintomas visuais observados nas plantas

A maioria das folhas novas e adultas das plantas que receberam o tratamento 5 apresentaram sintomas típicos de toxidez (queimadura nas bordas das folhas), o que depreciou a qualidade final do vaso e, conseqüentemente, gerou efeito sobre o preço final do produto (Figura 17) . Para os demais tratamentos esses sintomas não foram observados.

5. CONCLUSÕES

O tratamento correspondente à aplicação de uma solução com condutividade elétrica de $2,13 \text{ dS m}^{-1}$ na fase vegetativa e $2,57 \text{ dS m}^{-1}$ na fase de botão proporcionou:

- o melhor aspecto visual de plantas de crisântemo no vaso;
- maior valor de fitomassa seca da parte aérea;
- maior área foliar;
- maior concentração de N;
- melhor formação, coloração e durabilidade pós-colheita das plantas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.R.F; AKI, A.Y. Grande crescimento no mercado de flores. **Agroanalysis**, v.15, p.8-11, 1995.

ARRUDA, S.T.; MATSUNAGA, M.; VALERO NETO, J. Sistema de cultivo e custos de produção do crisântemo de vaso: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, n.4, p.31-38, 1996.

AYRES, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO, 1985. 174p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29, Ver. 1)

BOAZ, M.; HAVELY, I. **Trickle irrigation**. Jerusalem: Ministry of Agriculture, 1974. p.39-57. (New Letter Israel Agriculture).

BOODLEY, J.W.; MEYER Jr., M. The nutrient content of “Bonaffow Deluxe” chrysanthemum from juvenile to mature growth. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, v.87, p.472-478, 1965.

BORGES, A. **Flores: o cultivo da cor**. São Paulo: MD Comunicação, 1995. 96p.

BORNÁS, G.; URCULLU, D. **Floricultura**. Barcelona: Salvat Editores, 1953. 512p.

BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: principles and application to soil water management. **Advances in Agronomy**, New York, v.29, p.344-393, 1977.

BURT, C.; CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1998. p. 15-42.

CAMARGO, M.S. **Nutrição e adubação de *Áster ericoides* (White Máster) influenciando produção, qualidade e longevidade**. 2001. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARRIJO, O.A.; SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. Tendências e desafios da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.293-319.

CAVINS, T.J.; FONTENO, W.C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J.L. **Monitoring and managing pH and EC using the PuorThru extraction method**. Horticulture Information Leaflet 590. 2000. 17p.

COCKSHULL, K.E.; HUGHES, A.P. Accumulation of dry matter by *Chrysanthemum morifolium* after floquer renoval. **Nature**, n.217, p.979-980, 1968.

COELHO, A.C. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, cap.8, p.201-227.

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. 4. Ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337p.

CUENCA, R.H. **Irrigation system design, na engineering approach**. New Jersey: Oregon State University, 1989. p.346-350.

DAMKE, M.M.; JADHAO, B.J.; HEDAU, C.V.; PATIL, V.S. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on post-harvest life of chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) cv. "Yellow Bijali". **PKV Research Journal**, v.21, n.2, p.188-190, 1997./ Resumo em **CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM**, 1998-2000/.

DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Logan: International Irrigation Information Center, 1985. 95p.

DIAS, N. da. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. 2004. 106p. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DOI, M.; MORITA, T.; TAKEDA, Y.; ASAHIRA, T. 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**, v.59, n.4, p.795-801, 1991. Resumo em **CAB ABSTRACTS ON CR-ROM**, 1992.

DONEEN, L.D. Salinization of soil by salts in the irrigation water. **Transactions of the American Geophysics Union**, v.35, p.943-950, 1975.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

EUNYOUNG, J.; OH, W.; KIM, S.H.; KIM, K.S. Effects of concentration of nutrient solution and irrigation frequency on growth and flower quality of cut chrysanthemum grown hidroponically in perlita. **Korean Journal of Horticultural Science and Tecnology**, v.16, n.1, p.37-39, 1998 /Resumo em **CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM**, 1998-200/.

FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA, DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA.CNPAP. Documento, 18).

FARNHAM, D.S.; AYRES, R.S.; HASEK, R.F. **Water quality affects ornamental plant production**. Leaflet 2995. Division of Agricultural Sciences. University of Califórnia. 1979.

FARIAS, M.F. **Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cultivado em vaso, em ambiente protegido**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.

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 / Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de plantas ornamentais. VIII – Absorção e deficiências de nutrientes pelo *Chrysanthemum morfolium* L. cv. Suzuki. **Anais da Esalq**. São Paulo, 32: 471-492, 1975.

FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J. R.; PAES, L.A.D. et al. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico, 2).

GILLMAN, G.P.; BELL, L.C. Soil solution studies on wheathered soils from tropical north Queensland. **Austrian Journal of Soil Research**, v.16, n.1, p.67-77, 1978.

GOLDBERG, D. SHMUELLI, M. Drip irrigation: a method used under arid desert conditions of right water and soil salinity. **Transations of the ASAE**, v. 13, p.38-41, 1970.

GONZÁLEZ, P.; BERTSCH, F. Absorción de nutrientes por el crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) var. "Super White" durante su ciclo de vida en invernadero. **Agronomia Costarricense**, v.13, n.1, p.51-60, 1989.

GRIFFIN, M. Problema para as tulipas. **Agroanalysis**, v.15, n.9, p.12-14, 1995.

HAVER, D.L.; SCHUCH, U.K. Production and postproduction performance of two new guinea impatiens cultivars grown with controlled-release fertilizer and no leaching. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.121, n.5, p.820-825, 1996.

HOAGLAND, D.R.; MARTINI, J.C.; STEWART, G.R. Relation of the soil solution to the soil extract. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.5, p.381-395, 1920.

HOLMAN, H. **Fertilizer and chemical injection for irrigation systems**. Citrus & Vegetable Magazine, Tampa, v.41, n.7, p.46-48, 1978.

IIWANG, K.S.; YOON, J.A.; PARK, Y.D. The effects of NPK fertilizer application rate and the soil nutrient content on the growth and flower quality of *Chrysanthemum morifolium* Ram. **Research Reports of rural development administration, soil and fertilizer**, v.34, n.1, p.44-50, 1992. /Resumo em **CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM**, 1993-94/.

JOINER, J.N. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural Reviews**, n.5, p.366-403, 1983.

JOINER, J.N.; POOLE, R.T. Relationship of fertilization frequency to Chrysanthemum yield and nutrient levels in soil and nutrient levels in soil and foliage. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, 90, p.397-402, 1967.

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**, Geneva, 80, p.571-580, 1962.

JONES Jr., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook**. Thens: Micro-Macro Publishing, Inc., 1996. 213p.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. **Crisântemos hoje e sempre**. Tecnologia de produção: HFF & Citrus, p.25-27, 2004.

KAGEYAMA, Y.; TAKAHASHI, M.; KONISHI, K. Effects of nitrogen concentration, temperature and light intensity on growth and nitrogen uptake of young chrysanthemum plants grown hydroponically. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.60, n.1, p.133-139, 1994. /Resumo em **CAB ABSTRACTS ON CR-ROM**, 1995/.

KAGEYAMA, Y.; TAKAHASHI, M.; KONISHI, K. Pootassium application to chrysanthemum hydroponically for the cut flower production. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.11, n.4, p.895-900, 1993. /Resumo em **CAB ABSTRACTS ON CR-ROM**, 1993-94/.

KAMPF, A.N. Floricultura; um negócio lucrativo. **Trigo e soja**, v.102, p.3-4, 1989.

KAMPF, A.N. Substrato. In: KAMPF, A.N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

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**, v.111, n.2, p.191-195, 1986.

KOFRANEK, A.M. Cut chrysanthemums. In: LARSON, R.A. **Introdution to floriculture**. New York: Academic Press, 1980. p.3-45.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3.ed. Berlin: Springer – Verlag, 1995. 506p.

LIMA, A.M.P.L.; HAAG, P. Absorção de macronutrientes pelo crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) cultivar Golden Polaris. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K; LIMA, A.M.L.P. **Nutrição de algumas espécies ornamentais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989a. p.64-102.

LIMA, A.M.P.L.; HAAG, P. Concentração e acúmulo de micronutrientes por uma cultura de crisântemo. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K; LIMA, A.M.L.P. **Nutrição de algumas espécies ornamentais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989b. p.110-132.

LIMA, L.A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, SBEA, 1997. p.113-136.

LODHI, A.K.S.; TEWARI, G.N.; PATHAK, K.K. Effect of nitrogen and phosphorus application on vase life of cut flowers of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ram, *Dendranthema morifolium*). **Horticultural Journal**, v.4, n.1, p.49-51, 1994. /Resumo em **CAB-ABSTRACTS CD-ROM**, 1993-94/.

LOPEZ, T.M. Cabezal de riego. In: LOPEZ, C.C. **Fertigation: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madri: Mundi Prensa, 1998. p. 247-263.

LUNT, O.R.; KOFRANEK, A.M. Nitrogen and potassium nutrition of Chrysanthemum. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.72, p.487-497, 1958.

LUNT, O.R.; KOFRANEK, A.M.; OERTLI, J.J. **Deficiency symptoms and mineral nutrient levels in Good News Chrysanthemum. Exchange**. New York, 140 (15): 39-66. 1963.

MAAS, E.V.; NIEMAN, R.H. Physiology of plant tolerant to salinity. In: JUNG, G.A. (Ed.). **Crop tolerance to sub-optimal land conditions**. Madison: American Society Agronomy. 1978. cap.1. p.277-279. (Special Publication, 32).

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

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. NY: Academic Press, 1995. 889p.

MERCADO DAS FLORES. **Informativo Semanal Cacex-Banco do Brasil**, v.22, n.1057, p.4-13, 1987.

MINAMI, K. **Pesquisa em plasticultura no Brasil**. In: Programa de Plasticultura para o Estado de São Paulo. São Paulo: AESP, 1996. 109p. Apostila.

MOTA, P.R.D.; SARZI, I.; VILLAS BÔAS, R.L. Características químicas de crisântemos de vaso em função da adubação final. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANATAS ORNAMENTAIS, 14, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2003, p.410.

MOSTAFA, M.M. Effect of nitrogen and potassium nutrition on chrysanthemum plants. Alexandria **Journal of Agricultural Research**, v.41, n.2, p.225-235, 1996. /Resumo em CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM, 1996-98/.

MOTOS, J.R.; OLIVEIRA, M.J.G. de (coords.). **Produção de crisântemo em vaso**. Holambra: Flortec, sd. 34p.

NELL, T.A.; BARRETT, J.E.; LEONARD, R.T. Production factors affecting postproduction quality of flowering potted plants. **Horscience**, v.32, n.5, p.817-819, 1997.

OLIVEIRA, M.R.V. O emprego das casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, p.1049-1060, 1995.

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. 54p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PHENE, C.J.; FOUSS, J.L.; SANDERS, D.C. Water-nutrient-herbicide management of potatoes with trickle irrigation. **American Potato Journal**, v.56, p.51-59, 1979.

PILANALI, N.; KAPLAN, M. Investigation of macronutrient absorption in two chrysanthemum cultivars (Yellow Delta and Cerise Delta) grown under greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forrestry*, n.23, p.721-727, 1999. /Resumo em CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM, 1998-2000/.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; CHOUDHURY, E.N. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1263-1268, nov. 1993.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T. Análise de coeficientes de uniformidade de distribuição de água em sistema de irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988 Florianópolis. ABID, **Anais...** Florianópolis: Abird. 1988. p.309-326.

QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, A.C.; SOUTO, J.S.; FOLEGATTI, M.V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, SBEA, 1997. p.61-111.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: CERES: POTAFOS, 1991. 343p.

RAVIV, M.; BLOM, T.J. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless – grow cut roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.88, p.257-276, 2001.

RHOADES, J.D. Eletrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. **Advances in agronomy**, v.49, p.201-251, 1994.

RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D.R.; NIELSEN, D.R. (Ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. Cap.36, p.1089-1142. (Agronomy, 30).

RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. Ed. Limusa. México, 1954. 172p.

RICHARDSON, N.S.G.; MCCREE, K.J. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. **Plant Physiology**, v.79, p.1015-1020, 1985.

ROLSTON, D.E.; RAUSCHLSOLO, R.S.; PHENE, C.; MILLER, R.J.; URIU, K.; CARLSO, R.M.; HADERSON, D.W. **Applying nutrients and other chemicals to trickle-irrigated crops**. Derley: University of California, Division of Agricultural Science, Bulletin, 1981, 14p.

ROUDE, N.; NELL, T.A.; BARRET, V.E. Nitrogen source and concentration, growing medium and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. *Hortscience*, v.26, n.1, p.49-52, 1991.

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade da alface (*Lattuca sativa* L.) cultivada em composto orgânico**. 1995. 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SARZI, I.; MOTA, P.R.D.; VILLAS BÔAS, R.L. Características pós-colheita em função da adubação final de vasos de crisântemos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANATAS ORNAMENTAIS, 14, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2003, p.56.

SÃO JOSÉ, A.R. Floricultura no Brasil. Disponível em <<http://www.uesb.br/flower/florbrasil.html>> Acesso em 17/12/2003.

SHANNON, M.C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Scientia Horticulturae**, v.14, n.5, p.587-589, 1979.

SILVA, E.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, E.F.F.; MIRANDA, J.H.; COELHO, R.D. et al. Determinação da salinidade do solo utilizando extratores de cápsulas porosas e soluções diluídas. (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. **Anais**. Pelotas: SBEA, 1999.

SILVA, F.C. (org). **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.49-73.

SILVEIRA, R.B.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) grupo macarrão, produzidos em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.3, n.2, p.55-73, 1997.

SMETHURST, P.J. Soil solution and othersoil analyses as indicators of nutrient supply: a review. **Forest Ecology and Managment**, v.138, n.1/3, p.397-411, 2000.

SOUSA, V.F. de. **Fertirrigação: aplicação e manejo de água e nutrientes em cultivos intensivos**. In: SIMPÓSIO DE FERTIRRIGAÇÃO, 2000, Vitória: SEEA. 48p.

SOUSA, V.F. de. **Frequência de aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L. cv. Eldorado 300) em solo de textura arenosa**. 1993. 131f.

Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

SOUSA, V.F. de.; AGUIAR NETTO, A.O.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; et al. **Manejo de irrigação através do balanço de água no solo**. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1997. 36p. (Embrapa-CPAMN. Documentos, 23).

SOUSA, V.F. de.; FOLEGATTI, M.V.; COELHO FILHO, M.A.; FRIZZONE, J.A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.51-56, 2002.

SOUSA, V.F.; FOLEGATTI, M.V.; ARAGÃO, E.C.; REBELO, A.L.F.; BASTOS, E.A. Uniformidade de emissão de água em um sistema de irrigação por microaspersão instalado numa área cultivada com banana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998, v.1, p.211-213.

SOUSA, V.F. de.; SOUSA, A.P. Efeito da frequência de aplicação de N e K por gotejamento no estado nutricional e qualidade dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v.17, n.3, p.36-45, 1998.

SOUSA, V.F. de.; SOUSA, A. de P. Fertirrigação: tipos e seleção dos fertilizantes, aplicação e manejo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22, 1993. Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, SBEA, v.4, p.2529-2539, 1993.

SOUSA, V.F. de.; SOUSA, A.P. **Fertirrigação II: tipos de produtos, aplicação e manejo**. Irrigação e Tecnologia Moderna, v.47, p.15-20, 1992.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference to mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, n.335, p.296-304, 1993.

STENSVAND, A.; GISLEROD, H.R. The effect of NO_3/NH_4 ratio of the nutrient solution on growth and mineral uptake in *Chrysanthemum morifolium*, *Passiflora caerulea* and *Cordyline fruticosa*. **Gartenbauwissenschaft**, v.57, n.4, p.193-198, 1992. /Resumo em **CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM**, 1992/.

STRINGETA, A.C.O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vaso, em substratos contendo composto de lixo urbano**. 1995. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TAL, M. Genetics of salt tolerance in higher plants: Theoretical and practical considerations. **Plant and Soil**, v.89, p.199-226, 1985.

TANJI, K.K. (Ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. 610p. (ASCE Manuals and Reports of Engineering Practices, 71).

TOMBOLATO, A.F.C.; CASTRO, C.E.F. de; GRAZIANO, T.T. MATHES, L.A.F.; FURLANI, A.M.C. Ornamentais e flores. In: Raij, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC. 1996. (Boletim Técnico, 100).

VILLAS BÔAS, R.L.; BULL, L.T.; FERNANDEZ, D.M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M.V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.293-319.

VIVANCOS, A.D. **Fertirrigacion**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 217p.

WATERS, W.E. Effects of fertilization schedules on flower production. Keeping quality, disease susceptibility and chemical composition at different growth stages of *Chrysanthemum morifolium*. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.91, p.627-632, 1967.

WESENBERG, B.G.; BECK, G.E. Influence of production environment and others factors on the potted chrysanthemum flowers (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). **Proceedingd of American Society of the Horticultural Science**, v.85, p.584-590, 1964.

WILSON, G.C.S. Bark composts for pot chrysanthemums. **Acta Horticulturae**, n.126, p.95-104, 1981.

WINSOR, G.W.; LONG, M.I.E.; HART, B.M.A. The nutrition of glasshouse carnations. **Journal of Horticultural Science**, v.45, p.401-413, 1970.

WOODSON, W.R.; BOODLEY, J.W. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of chysanthemum. *Hortscience*. St Joseph, 18 (2): 196-197. 1983.

WU, I. P.; GITLIN, H.M. **Drip irrigation desig based on uniformity**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.1, p.429-432, 1974.

ZERCHE, S. Nitrogen uptake and total dry matter production of cut chysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* hybrids) in relation to shoot height and planting date. **Gartenbauwissenschaft**, v.62, n.3, p.119-128, 1993. /Resumo em CAB-ABSTRACTS ON CD-ROM, 1996-98/.