

## PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE SPAD EM CULTIVARES DE CRISÂNTEMOS SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE SAIS PRESENTES EM ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.

A. B. Leão<sup>1</sup>, I. A. C. e Silva<sup>2</sup>, R. do Nascimento<sup>3</sup>, A. F. Mota<sup>4</sup>, J. P. Pedroza<sup>5</sup>, J. D. Neto<sup>6</sup>

**RESUMO:** O crisântemo de corte (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) possui uma relevante contribuição à atividade de plantas ornamentais, no entanto carece de maiores pesquisas, em especial da água utilizada na irrigação, O presente trabalho teve como objetivo avaliar a intensidade das respostas de cultivares de crisântemo de corte submetidas às águas de diferentes níveis de salinidade, por meio da avaliação de pigmentos fotossintéticos, através de análises quantitativas dos pigmentos e pelo uso do índice SPAD. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UAEEA/CTRN da UFCG, na cidade de Campina Grande - PB. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 4, sendo composto por cinco cultivares de crisântemos e quatro níveis de salinidade. As avaliações consistiram da análise dos pigmentos clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenóides e leitura *in loco* do índice SPAD. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que houve efeito entre o nível de sal e todos os pigmentos estudados. Os níveis de salinidade 1,3 a 2,9 dS m<sup>-1</sup> revelou serem níveis toleráveis pelas plantas. Índice SPAD demonstrou ser uma boa ferramenta para análise de clorofila na cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Dendranthema grandiflorum* Tzvelev, clorofilas, salinidade.

## PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND SPAD INDEX IN CHRYSANTHEMUM CULTIVARS SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF SALTS PRESENT IN IRRIGATION WATER.

**ABSTRACT:** The chrysanthemum of cut (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) has a relevant contribution to the activity of ornamental plants, however it lacks further research,

<sup>1</sup> Doutor, DCR/FAPESQ/CNPq, UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: armindoleao@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Acadêmico de Eng. Agrícola, UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: ivisandrei@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor, Professor Adjunto UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: ronaldo@deag.ufcg.edu.br

<sup>4</sup> Doutorando, UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: andyglyfernandes@gmail.com

<sup>5</sup> Doutor, Professor Adjunto UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: juarez@deag.ufcg.edu.br

<sup>6</sup> Doutor, Professor Adjunto UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: zedantas@deag.ufcg.edu.br

especialmente a água utilizada em irrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a intensidade das respostas de cultivares de crisântemo submetidas às águas de diferentes níveis de salinidade, por meio da avaliação dos pigmentos fotossintéticos, através de análises quantitativas dos pigmentos e o uso do índice SPAD. O experimento foi conduzido em um estufa da UAEA / CTRN da UFCG, na cidade de Campina Grande - PB. O planejamento estatístico foi completamente aleatorizado, com quatro repetições, em um esquema fatorial 5 x 4, consistindo de cinco cultivares de crisântemos e quatro níveis de salinidade. As avaliações consistiram na análise da clorofila a, clorofila b, clorofila total e pigmentos carotenóides, e a leitura *in situ* do índice SPAD. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que houve efeito entre o nível de sal e todos os pigmentos estudados. Níveis de salinidade de 1,3 a 2,9 dS m<sup>-1</sup> foram encontrados como níveis toleráveis para a planta. O índice SPAD tem sido mostrado como uma boa ferramenta para análise da clorofila na cultura.

**KEYWORDS:** *Dendranthema grandiflorum* Tzvelev, clorofilas, salinidade.

## INTRODUÇÃO

O crisântemo é uma espécie ornamental de importância mundial. Seu sucesso na comercialização deve-se à diversidade do formato, da cor e no tamanho das inflorescências, além de possuir um ciclo de crescimento rápido (Mainardi et al., 2004; Rodrigues, 2006).

A planta tem sido produzida para comercialização em vasos ou como flor de corte, utilizando-se diferentes métodos de cultivo e variedades (Laschi e Silvério 2003). O sucesso na produção das plantas com boas características está diretamente associadas às condições ambientais, nutricionais e manejo do substrato a que as plantas são submetidas (Roude *et al.*, 1991; Shirasaki 1993). Pertencente a família Asteraceae, possui a maioria das espécies que compõem as linhagens atuais originária da Ásia, em especial da China (Gruszynski, 2001).

No nordeste brasileiro as águas utilizadas nas irrigações apresentam, em geral, concentrações de sais na faixa de 1 a 30 mmolc.L<sup>-1</sup> correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3 ds.m<sup>-1</sup>, poderá, com seu uso na agricultura, aliado a intensa evaporação e a falta de drenagem, provocar problemas de salinidade (Holanda e Amorim, 1997).

De acordo com Tyerman e Skerrett (1999), em ambientes salinos, o cloreto de sódio (NaCl) tem se mostrado como sendo o sal predominante, causando a maioria das injúrias nas plantas. O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associados à toxicidade de íons pela absorção excessiva de sódio e cloro e ao desequilíbrio

nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes essenciais (Yahya, 1998).

A exposição ao estresse salino causa várias alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas devido ao excesso de íons e déficit hídrico (Greenway e Munns, 1980). A integridade das membranas celulares e as atividades enzimáticas também são propensas à desestabilização com os efeitos tóxicos da salinidade (Zhu, 2002).

Alguns estudos mostram que os processos de crescimento e desenvolvimento celular e os de fotossíntese são os primeiros a serem afetados pela salinidade, o aumento da salinidade em torno das raízes das plantas induz um efeito osmótico que reduz a taxa de expansão das folhas, bem como o surgimento de gemas e ramos laterais (Muuns e Tester, 2008).

Embora algumas das respostas das plantas a salinidade sejam manifestadas por sinais primários de estresse, outras podem resultar de sinais/estresses secundários produzidos com o decurso do estresse salino. Isto inclui, por exemplo, a produção de hormônios do estresse e mensageiros secundários; a desnaturação de proteínas e o aumento da produção de EROs ocasionando o chamado estresse oxidativo (Xiong e Zhu, 2002).

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a intensidade das respostas de cultivares de crisântemo de corte submetidas às águas com diferentes níveis de salinidade, por meio da avaliação de pigmentos fotossintéticos, fazendo uso de análises quantitativas dos pigmentos em laboratório e pelo uso do índice SPAD.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA). A UFCG está localizada na zona central oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, cujas coordenadas geográficas são latitude sul 7°13'11", longitude oeste 35°53'31" e altitude de 547,56 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação pluviométrica total anual média de 802,7 mm, temperatura máxima e mínima anual média de 27,5°C e 19,2°C respectivamente, com uma umidade relativa do ar anual média de 83%.

O substrato utilizado foi obtido através de uma mistura de 60% de substrato comercial e 40% de solo. O substrato comercial tem como nome registro Bioplant Prata<sup>®</sup> possuindo na sua composição, casca de pinus, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz e nutrientes. Já o solo

empregado nas formulações do substrato foi um Latossolo franco argiloso, coletado na camada superficial (0 – 20 cm) de uma área localizada no município de Campina Grande, o qual foi destorroado, passado em peneira com malha de 5 mm e posto para secar ao ar.

As águas de irrigação foram preparadas pela adição de cloreto de sódio (NaCl) à água de abastecimento de Campina Grande-PB, de maneira a se obter o valor desejado da condutividade elétrica, tendo sido aferida por condutivímetro CD-860. A quantidade de sais adicionados à água foi calculada conforme a equação proposta por Richards (1954):

$$C = 640 * CEa \quad (1)$$

C - concentração de NaCl ( $\text{mg L}^{-1}$ );

CEa - Condutividade elétrica da solução ( $\text{dS.m}^{-1}$ ).

Foram utilizados cinco cultivares: C<sub>1</sub>: Tamisa (cor - rosa - branco, estilo colherinha, 8 semanas, tamanho médio) ; C<sub>2</sub>: Amazone Rose (rosa branco, estilo pompom, 8 semanas, porte médio); C<sub>3</sub>: Lameet Bricht (cor amarela, estilo spider, 9 semanas, tamanho médio); C<sub>4</sub>: Calabria (cor branco, estilo decorativo, 9 semanas, tamanho grande) e C<sub>5</sub>: Jo Spithoveri (rosa branco, estilo girassol, 8 semanas, tamanho pequeno). Procedente da empresa Brasil flor<sup>®</sup>,

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seus tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 5, referentes aos quatro níveis de salinidade da água (CE) de irrigação (1,3; 2,1; 2,9 e 3,7  $\text{dS.m}^{-1}$ ) e cinco cultivares de crisântemo (Tamisa; Amazone Rose; Lameet Bricht; Calabria e Jo Spithoveri), em quatro repetições, totalizando 80 parcelas. Cada parcela consistiu de um vaso plástico, com volume de 8 litros, contendo uma planta por vaso.

O experimento foi conduzido sob controle do fotoperíodo adequado à cultura do crisântemo. Durante o crescimento vegetativo, as plantas foram mantidas sob 60 dias longos (DL) com 16 horas de luz, sendo 4 horas por meio de luz artificial (período noturno), utilizando lâmpadas incandescentes de 40 w, que foram instaladas a 2,0 m de altura e espaçadas de 1,0 x 1,0 cm.

As avaliações foram tomadas periodicamente, a cada 15 dias, a partir dos primeiros 15 dias após o transplântio das mudas. Sendo analisadas as variáveis clorofila *a*, *b*, total, carotenóides e índice SPAD:

Os teores de clorofila *a*, *b* e carotenóides foram quantificados por meio da extração em amostras retiradas das folhas, conforme metodologia descrita por Arnon (1949). Os conteúdos de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides foram calculados pelas equações abaixo (Lichtenthaler *et al.*, 1983), e seus valores expressos em  $\mu\text{m g}^{-1}$  MF.

$$\text{Clorofila } a = (12,7 \times A_{663}) - (2,79 \times A_{647}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila } b = (21,5 \times A_{647}) - (5,10 \times A_{663}) \quad (3)$$

$$\text{Clorofila } total = (7,15 \times A_{663}) - (18,71 \times A_{647}) \quad (4)$$

$$\text{Carotenoides} = (1000 \times A_{470} - 1,82 \times Cl_a - 85,02 \times Cl_b) / 198 \quad (5)$$

O Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) foi realizado com o auxílio do aparelho SPAD 502 da empresa japonesa Minolta. De cada planta foi selecionada uma folha localizada na parte mediana da mesma e procedidas três leituras, tendo sido feita a média da leituras.

Os resultados foram analisadas estatisticamente pelo teste F, desdobrando-se as análises, sempre que a interação foi significativa. O fator quantitativo, relativo aos níveis de salinidade da água de irrigação, foi analisado estatisticamente por meio de regressão polinomial (linear e quadrática); já o fator genótipo foi analisado por meio de comparação de médias com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise estatística utilizou-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSÕES

Os teores de clorofila *a*, *b*, *total* diferiram estatisticamente aos 15, 30, 45 e 60 DAT com o incremento da salinidade. A clorofila *a*, apresentou reduções nos seus teores de 20,3 % e 20,4 % aos 15 e 30 DAT, já a clorofila *total* mostrou diminuição de 18,5 % para o mesmo período de avaliação. Para a clorofila *b* os decréscimos foram de 38,1 %, 46,2 %, 53,3 % e 23,8 % para os períodos de 15, 30, 45 e 60 DAT, enquanto que para os carotenóides, as perdas foram de 47,4 %, 53,6 %, 50,2 % e 43,5 % com o aumento do nível de salinidade da água de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 DAT. Semelhante as clorofilas, o Índice SPAD também sofreu redução com o aumento da salinidade da água de irrigação aos 45 e 60 DAT, sugerindo que a presença do sal afetou a formação de clorofila em concentrações acima de 2,1 dS.m<sup>-1</sup>, como pode ser observado na Figura 1.

Os carotenóides são pigmentos acessórios na absorção e transferência de energia radiante, e protetores da clorofila no tocante a foto oxidação. Possivelmente, a degradação ou inibição da síntese de carotenóides implicou na degradação das clorofilas. Em plantas submetidas à salinidade, decréscimos na concentração de clorofila podem ser atribuídos ao aumento da atividade da enzima clorofilase que degrada a clorofila. O estresse salino induz a degradação de β-caroteno e a redução na formação de zeaxantina, ocasionando redução no teor de

carotenóides, pigmentos aparentemente envolvidos na proteção contra fotoinibição (Sharmae Hall, 1991). Nota-se ainda, de acordo com as figuras, que nos níveis de salinidade 1,2 e 2,3 as plantas possuíram resultado que não veio afetar os pigmentos.

Para a variável carotenóides houve interação entre as cultivares e os níveis de salinidade aos 60 DAT. O comportamento das cultivares dentro de cada nível de sal foi decrescente com o aumento dos níveis (Figura 2).

Os níveis de salinidade foram significativos para todas as cultivares, apresentando um comportamento linear decrescente para as cultivares 3, 4 e 5, variando 43 %, 44 % e 45,7 % respectivamente. Para cultivar 1 e 2 o melhor modelo que se adequou foi o quadrático. Tal fato demonstra que a resposta negativa dos sais nas cultivares pode ser percebido no final do seu ciclo vegetativo.

O Índice SPAD também apresentou correlação entre a salinidade e cultivar aos 45 e 60 DAT, verificando que houve decréscimo da mesma, conforme observado na Figura 3. Dessa forma, diante da correlação, podemos notar que o SPAD é uma ferramenta que detectou antes dos processos bioquímicos das plantas, uma mudança no estado da cor verde das folhas, elaborando um diagnóstico antecipado.

O comportamento das cultivares dentro de cada nível de salinidade foi decrescente com o aumento dos níveis de condutividade elétrica da água. Os níveis de salinidade foram significativos para todas as cultivares, com exceção a cultivar 1, todos apresentaram um comportamento linear decrescente, variando 12,8 % para a cultivar 2; 10,2% para a cultivar 3; 13,5 % para a cultivar 4 e 24,2 % para a cultivar 5 aos 45 DAT. Já aos 60 DAT o decréscimo foi semelhante ao visto aos 45 DAT, onde apenas a cultivar 1 não apresentou significância, as variações foram de 14,2 % para cultivar 2; 10,2 % para a cultivar 3; 12,2 % para a cultivar 4 e 24,3 % para a cultivar 5.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que houve efeito entre o nível de sal e todos os pigmentos nas cultivares em estudos.

Os níveis de salinidade 1,3 a 2,9 dS m<sup>-1</sup> revelou serem níveis toleráveis pelas plantas.

Índice SPAD demonstrou ser uma boa ferramenta para análise de clorofila da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. Maryland, v.24, n.1, p. 1-15, Jan. 1949.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium (Lavras)*, v. 6, p. 36-41, 2008.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v.31, p. 149-190, 1980.

HOLANDA, J. P.; AMORIM, J. R. A. Qualidade de água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB-SBEA, cap. 5, p.137-169, 1997.

LASCHI, D.; P. SILVÉRIO. Efeito de condicionamento mecânico no controle de porte e qualidade de crisântemo envasado. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.9, p. 71-77.2003.

LICHTENTHALER, HR.; WELBUM, AR. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, v. 11, p. 591 – 592, 1983.

MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.444,p.139-158, 2005.

MAINARDI, J. C. C. T; BELLÉR, R. A.; MAINARD, L. Produção de crisântemo (*Dendranthemagrandiflora*Tzvelev.) 'Snowdon' em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área da folha. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 34, n 6, p. 1709 - 1714, 2004.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* v.59, p. 651-81. 2008.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. *USDA Agricultural Handbook*, 60.

RODRIGUES, T. M. Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício. 2006. 86p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ROUDE, N.; T. A. NEL; V. E. BARRET. Nitrogen source and concentration growing medium and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. *HortScience*, v. 26 p. 49-52.1991.

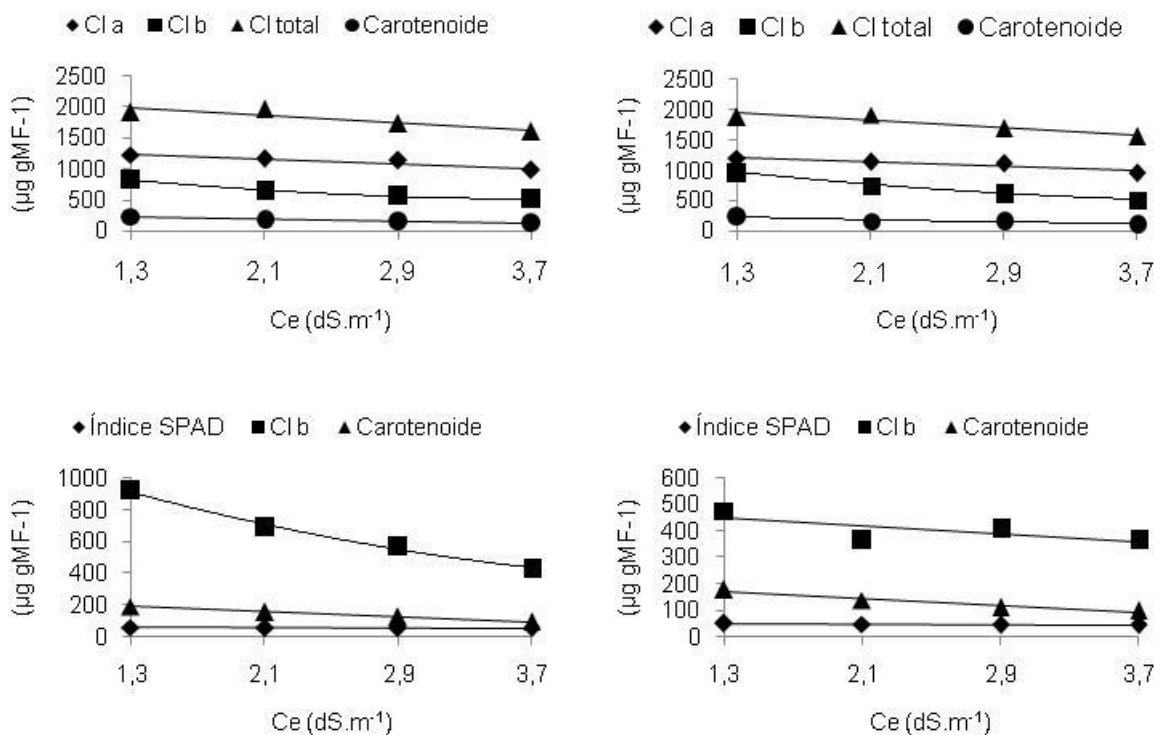
SHARMA, P.K.; HALL, D.O. Interaction of salt stress and photoinhibition on photosynthesis in barley and sorghum. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v.138, n.5, p.614-619, 1991.

SHIRASAKI, T. Problems of soil and fertilizer management in the production of high quality cut flowers. *SoilandFertilizers*, v. 56,p. 273.1993.

XIONG, L.; ZHU, J, -K. Molecular and geneticspects of plant responses to osmotic stress. *Plant, Cell & Environment*, v.25, p.131-139. 2002.

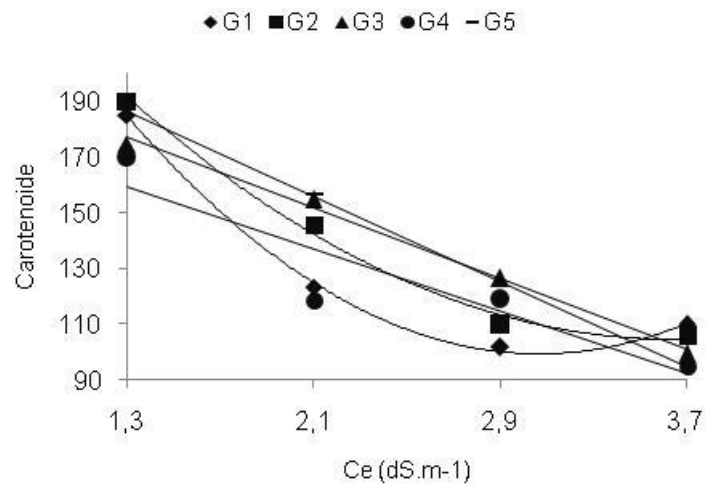
YAHYA, A. Salinity effects on growth and on up take and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. *Journal of Plant Nutrition*, v.21, n.7, p. 1439-1451. 1998.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, v.53, p.247-273. 2002.

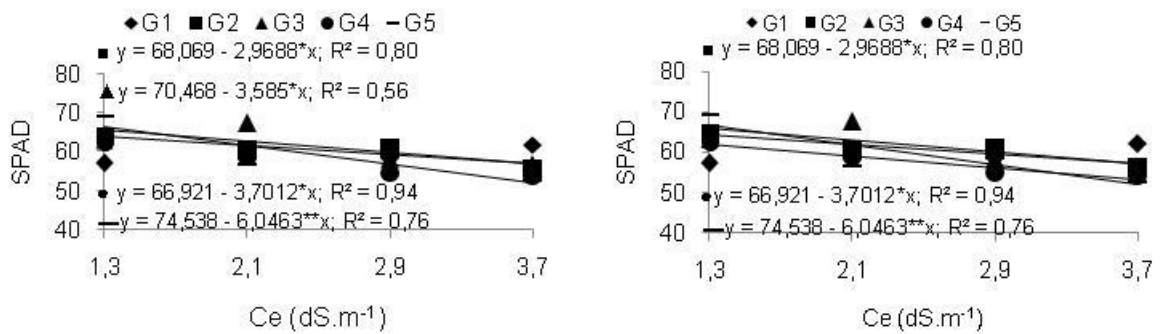


**Figura 1.** Índice SPAD, Clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl total) e carotenóides aos 15 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) dias após DAT das cultivares de crisântemo em função da condutividade elétrica da água de irrigação.





**Figura 2.** Desdobramento da salinidade dentro de cada cultivar para carotenóides aos 60 DAT em cultivares de crisântemo em função da condutividade elétrica da água de irrigação.



**Figura 3.** Desdobramento da salinidade dentro de cada cultivar para Índice SPAD aos 45 (A) e 60 (B) DAT em cultivares de crisântemo em função da condutividade elétrica da água de irrigação