

ESTRESSE SALINO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI

I. A. C. e Silva¹, R. do Nascimento², A. B. Leão³

RESUMO: Objetivou-se nesta pesquisa avaliar os efeitos do stress promovido pela salinidade sobre as variáveis biométricas e pigmentos fotossintéticos de 10 cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UAEEA/CTRN da UFCG, na cidade de Campina Grande - PB, utilizando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. As sementes, cedidas pela Embrapa Meio Norte, foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade para 20 L de solo. Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois fatores: quatro níveis de salinidade da água de irrigação e 10 genótipos de feijão-caupi. As plantas foram submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio, cujas condutividades elétricas foram 0,9; 2,2; 3,5 e 4,8 dS.m⁻¹. Para análise estatística utilizou-se o programa computacional SISVAR. Considerando os resultados obtidos e as condições experimentais adotadas, pode-se concluir que a salinidade da água de irrigação afetou negativamente as variáveis de crescimento estudadas; O aumento da salinidade da água de irrigação interferiu negativamente nos teores de carotenoides, clorofila total e índice SPAD do feijão-caupi.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, clorofilas, salinidade.

SALINE STRESS AND ITS EFFECTS OF GROWTH AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN DIFFERENT COWPEA BEAN GENOTYPES

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the effects of stress promoted by salinity on the biometric variables and photosynthetic pigments of 10 cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*). The experiment was conducted in a greenhouse of the UAEEA / CTRN of the UFCG, in the city of Campina Grande - PB, using a completely randomized experimental design with four replications. The seeds, yielded by Embrapa Meio Norte, were sown in polyethylene pots with a capacity of 20 L of soil. The treatments were composed by a

¹ Acadêmico de Eng. Agrícola, UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: ivisandrei@gmail.com

² Doutor, Professor Adjunto UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: ronaldo@deag.ufcg.edu.br

³ Doutor, DCR/FAPESQ/CNPq, UFCG, Campina Grande - Paraíba. Email: armindoleao@yahoo.com.br

combination of two factors: four irrigation water salinity levels and ten cowpea genotypes. The plants were submitted to different concentrations of sodium chloride, whose electrical conductivities were 0.9; 2.2; 3.5 and 4.8 dS.m⁻¹. For statistical analysis, the SISVAR computer program was used. Considering the results obtained and the experimental conditions adopted, it can be concluded that the salinity of the irrigation water affected negatively the studied growth variables; The increase in salinity of the irrigation water interfered negatively in the levels of carotenoids, total chlorophyll and SPAD index of cowpea.

KEY WORDS: *Vigna unguiculata*, chlorophylls, salinity.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi ou feijão de corda, é uma leguminosa dotada de um alto teor proteico e boa capacidade de fixação de nitrogênio (Dantas et al., 2003), sendo este considerado um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, estando presente na composição das mais importantes biomoléculas, como exemplo ATP, NADH, clorofilas, proteínas e inúmeras enzimas (Mifflin & Lea, 1976; Haper, 1994).

No Brasil, o caupi constitui-se como a principal cultura de subsistência nas regiões norte e nordeste, apresentando uma grande importância na alimentação das populações que vivem nessas regiões (Lima et al., 2007).

A irrigação é uma das tecnologias aplicadas na agricultura que mais tem contribuído para o aumento na produção de alimentos (Lima et al., 2007), porém, esta prática deve ser utilizada de maneira racional, sabendo que as condições do clima na região do “polígono das secas” e os elevados teores de sais na água de irrigação, associados a falta ou deficiência na drenagem, tem ocasionado crescentes problemas de salinidade nos solos, fazendo que haja uma redução no crescimento e na produção das culturas desenvolvidas na região (Dantas et al, 2002). De acordo com Medeiros & Ghevi (1997) o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas, no entanto, no nordeste brasileiro a água de irrigação apresenta, em sua grande maioria, concentrações de sais na faixa de 0,1 a 3,0 dS.m⁻¹ (Holanda & Amorim, 1997).

Ayers & Westcot (1991) consideram o feijão-caupi moderadamente tolerante a salinidade, com um limiar por volta dos 4,9 dS.m⁻¹, no entanto, não apresentando dados a nível de genótipos. A seleção de genótipos tolerantes a salinidade, por meio de melhoramento genético, não tem produzido os efeitos desejados por falta de conhecimento sobre os

mecanismos fisiológicos e bioquímicos envolvidos com o processo de adaptação das plantas ao estresse (Noble & Rogers, 1992). Entretanto, os bancos de germoplasma de feijão-caupi no Brasil se iniciaram com o Programa Nacional de Melhoramento, em 1977, o que contribuiu para o aumento da disponibilidade de genótipos para utilização em programas de seleção a adaptação dessas culturas ao estresse salino (Araújo & Watt, 1998).

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento, teores de pigmentos fotossintéticos e índice SPAD em diferentes genótipos de feijão-caupi.

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%.

No presente experimento foram utilizadas sementes de dez diferentes genótipos de feijão-caupi cedidas pela Embrapa Meio Norte, centro de referência em pesquisa com o melhoramento do feijão-caupi, e produção de novas cultivares, localizada na cidade de Teresina estado do Piauí, e desenvolvidos especialmente para cultivo nas condições climáticas preponderantes na região semiárida do Nordeste brasileiro.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois fatores, salinidade da água de irrigação ($S_1 = 0,9 \text{ dS.m}^{-1}$; $S_2 = 2,2 \text{ dS.m}^{-1}$; $S_3 = 3,5 \text{ dS.m}^{-1}$ e $S_4 = 4,8 \text{ dS.m}^{-1}$) e 10 genótipos G1 - MNC04-762F9, G2 - MNC04-768F-16, G3 - MNC04-769F-45, G4 - MNC04-762F-129, G5 - BRS PUJANTE, G6 - MNC04-762F-3, G7 - MNC04-768F-21, G8 - MNC04-769F-30, G9 - MNC04-769F-49 e G10 - MNC04-769F-62). O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições, sendo os fatores estudados arrançados num esquema fatorial 10 x 2. Os tratamentos propostos foram dispostos em 80 parcelas.

As sementes foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade para 20 L de solo. Foram semeadas três sementes por vaso, permanecendo duas plantas por vaso após o primeiro

desbaste, que ocorreu aos cinco dias após a emergência (DAE). Aos cinco dias após o primeiro desbaste realizou-se o segundo desbaste, onde permaneceu apenas uma planta por vaso.

As plantas foram irrigadas diariamente com água de abastecimento, de forma a manter o solo sempre próximo à capacidade de campo, até o segundo desbaste, quando então se iniciou a aplicação do tratamento com água salina. Para obter as águas com condutividade elétrica desejada para as irrigações, adicionou-se o NaCl comercial na água do sistema de abastecimento local de Campina Grande-PB (proveniente da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Campina Grande-PB – CAJEPA), onde posteriormente foram medidas sua condutividade elétrica com o auxílio de um condutivímetro portátil da marca Hanna, com range de 0 a 19,99 dS.m⁻¹.

Aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (DAS) foram analisadas as variáveis fisiológicas: teor de clorofila total, carotenoides e Índice SPAD; além dos parâmetros de crescimento: altura da planta, número de folhas e diâmetro caulinar. As medições foram realizadas sempre no mesmo horário.

Para as análises das variáveis fisiológicas, o índice relativo de clorofila total foi determinado usando-se o clorofilômetro Soil Plant Analysis Development (SPAD-502 Minolta Chlorophyll Meter). As leituras foram realizadas na folha central do primeiro trifólio de cada tratamento.

Os teores de clorofila total e carotenoides foram quantificados por meio da extração em amostras de folhas frescas que, após pesadas, foram picotadas e colocadas em recipientes contendo 6 mL de acetona 80%, as quais foram mantidas no escuro e em refrigerador durante 48h, em seguida foram coletados os sobrenadantes contendo os pigmentos extraídos e se procedeu as leituras de absorvâncias em espectrofotômetro a 470, 645 e 663 nanômetros, conforme (Lichtenthaler, 1983). Os conteúdos de clorofila total e carotenoides foram calculados pelas seguintes equações, e seus valores expressos em µg g⁻¹ MF.

$$\text{Clorofila } a = (12,25 \times A_{663}) - (2,79 \times A_{647}) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila } b = (21,50 \times A_{647}) - (5,10 \times A_{663}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila Total} = (7,15 \times A_{663}) - (18,71 \times A_{647}) \quad (3)$$

$$\text{Carotenoides} = (1000 \times A_{470} - 1,82 \times \text{Cl } a - 85,02 \times \text{Cl } b) / 198 \quad (4)$$

Em que:

A₄₇₀ é absorvância a 470 nanômetros;

A₆₄₇ é absorvância a 647 nanômetros e

A₆₆₃ absorvância a 663 nanômetros.

Para a determinação da altura da planta (cm) foi utilizado uma régua graduada, medindo-se o comprimento do caule principal do colo da planta até a inserção do último trifólio. O número de folhas foi determinado de acordo com a quantidade de folhas totalmente abertas. Para a medição do diâmetro caulinar (mm), foi utilizado um paquímetro digital.

As variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste F, desdobrando-se as análises, sempre que a interação foi significativa. Para análise estatística utilizou-se o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as variáveis de crescimento estudadas apresentarão diferenças significativas aos 20 e 50 DAS, já aos 35 e 65 DAS apenas as variáveis de número de folhas e diâmetro do caule apresentaram efeito significativo. Com relação aos pigmentos fotossintéticos e Índice SPAD, houve efeito significativo para as variáveis carotenoides e Índice SPAD em todas as épocas avaliadas, já a clorofila total mostrou diferença significativa apenas aos 50 e 65 DAS.

Para o número de folhas (Figura 1a) de feijão-caupi, houve decréscimo com o aumento da salinidade na água de irrigação em todas as épocas avaliadas. Aos 20, 50 e 65 DAS a equação que melhor representou a resposta das plantas foi do tipo linear, notando-se reduções de 11,63%, 44,59% e 49,20% respectivamente. Já aos 35 DAS o comportamento da equação foi do tipo quadrática, verificando redução de 43,36% do maior nível de salinidade da água de irrigação para o menor nível. A redução no número de folhas é considerada uma adaptação da planta, pois plantas em condições de estresse salino apresentam alterações morfológicas e anatômicas, buscando redução da transpiração como alternativa para manter a absorção de água (Feitosa et al., 2015). Trabalhando em ambiente salino com a cultura do feijão-caupi, Calvet et al. (2013) também constataram uma redução no número de folhas em diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo da planta.

O diâmetro caulinar das plantas de feijão-caupi (Figura 1b) foi reduzido linearmente em todas as avaliações, variando 16,36; 24,65; 23,35 e 19,35%, respectivamente. Em geral, essa redução no diâmetro do caule, quando a planta é submetida a estresses, como o salino, é consequência do efeito osmótico que, devido à salinidade, leva à toxidez e desequilíbrio nutricional (Munns, 2002). Comportamento semelhante foi observado por Silva et al. (2009), quando submeteram a cv. Quarentinha ao nível de salinidade 3,5 dS.m⁻¹, e por Alencar et al. (2013), ao avaliar diferentes genótipos de feijão-caupi.

Observou-se, pela Figura 1c, redução na altura das plantas aos 20, e 50 DAS em cerca de 18,54 e 22,74% nas plantas irrigadas com o maior nível de salinidade. Aos 20 DAS a equação linear foi a que melhor representou o decréscimo da altura das plantas, já 50 DAS a melhor equação que se ajustou a resposta das plantas foi do tipo quadrática. Trabalhando com feijão-caupi e níveis de salinidade, Sousa et al. (2014) também encontraram resultados semelhantes. De maneira geral, a limitação no crescimento das plantas se dá devido ao aumento da pressão osmótica do meio e a consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e alongamento das células. Segundo Dias et al. (2010), essa redução nos parâmetros de crescimento são efeitos indiretos causados pela dificuldade de absorção de água, toxicidade de íons específicos, interferência de íons nos processos fisiológicos, íons resultantes do acúmulo excessivo de sais advindos da água e que com o tempo se fixavam nas camadas mais superficiais do solo, em condição de baixo nível de lixiviação.

Com relação aos teores de carotenoides (Figura 2a), verificou-se efeito negativo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação em todas as épocas analisadas, constatando-se reduções da mesma em 41,35; 49,48; 44,65 e 17,12%, respectivamente, sendo que as duas primeiras avaliações em um modelo quadrático e as duas últimas em um modelo linear. Semelhante aos carotenoides, o índice SPAD (Figura 2b) teve comportamento negativo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, verificando reduções de 12,68; 13,38; 20,73 e 24,58% com o aumento da salinidade da água de irrigação. Para a clorofila total (Figura 2c), a mesma constatou diferença significativa apenas aos 50 e 65 DAS, com reduções lineares de 39,34 e 33,67%.

A redução nos teores de clorofila é ocasionada pelo desequilíbrio das atividades fisiológicas e bioquímicas em decorrência do excesso de sais além do tolerado pelas culturas (Munns & Tester, 2008). Tais autores citam ainda que o excesso de sais pode estimular a atividade enzimática da clorofilase que degrada as moléculas do pigmento fotossintetizante e induz a destruição estrutural dos cloroplastos, ocasionando desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos e as condições experimentais adotadas, pode-se concluir que a salinidade da água de irrigação afetou negativamente as variáveis de crescimento estudadas. Os teores de carotenoides, clorofila total e índice SPAD, decresceram de acordo com o aumento da salinidade da água de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A. E. V.; MAIA JÚNIOR, S.O.; ANDRADE, J. R.; NASCIMENTO, R. GOMES, A. H. S. Parâmetros de crescimento de genótipos de caupi submetido a diferentes níveis de salinidade. In: III CONAC – Congresso Nacional de Feijão-caupi, 2013, Recife. Anais... Disponível em: Acesso em 22 de Jun de 2017.

ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. O caupi no Brasil. Brasília: EITA/EMBRAPA, 1988.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na irrigação. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. Revista Irriga, v. 18, n. 1, p. 148-159, 2013.

DANTAS, J. P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M. M. M.; AMORIM, M. S. N.; ANDRADE, S. I. O.; SALES, A. L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, p.425-430. 2002.

DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L.; NUNES, M. S. A.; QUEIROZ, M. F de.; SANTOS, P. T. A dos. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. Agropecuária Técnica, v. 24, n.2, 2003. Areia – PB.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, v. 1, p. 129-141, 2010.

FEITOSA, S. O.; SILVA, S. L.; FEITOSA, H. O.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, E. O. Crescimento do feijão-caupi irrigado com efluente tratado e água salina sob diferentes concentrações. Revista Agropecuária Técnica, Areia, PB, v. 36, n. 1, p. 146-155, 2015.

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

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J.; BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T. R., et al. Physiology and determination of crop yield. Madison: ASA/CSSA/SSSA. Cap. 11A, p. 285-302. 1994.

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.

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.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T. ; ALMEIDA JUNIOR, A. B. . Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 2, p. 79-86, 2007.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. A qualidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB, 1994. 60p.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. *Phytochemistry*, New York, v.15, p. 873-885. 1976.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 651- 681, 2008.

NOBLE, C.L.; ROGERS, M.E. 1992. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. *Plant Soil* 146:99-107.

SILVA, F. E. O.; MACARAJÁ, P. B.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi irrigado com 89 água salina em casa de vegetação. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 3, p. 156-159, julset, 2009.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. *Revista Agroambiente, Boa Vista, RR*, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014.

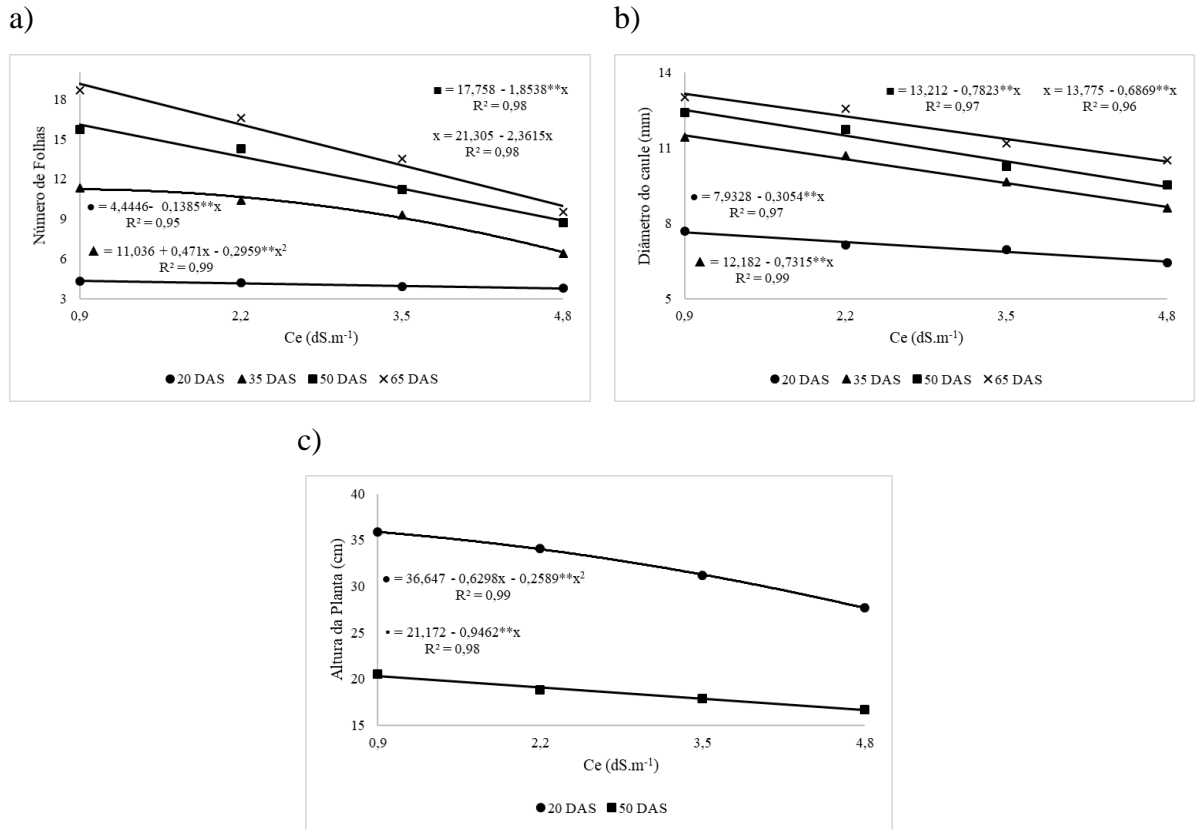


Figura 1. (a) Número de folhas, (b) Diâmetro do caule e (c) Altura de planta de feijão-caupi submetidos a salinidade na água de irrigação aos 20, 35, 50 e 65 DAS.

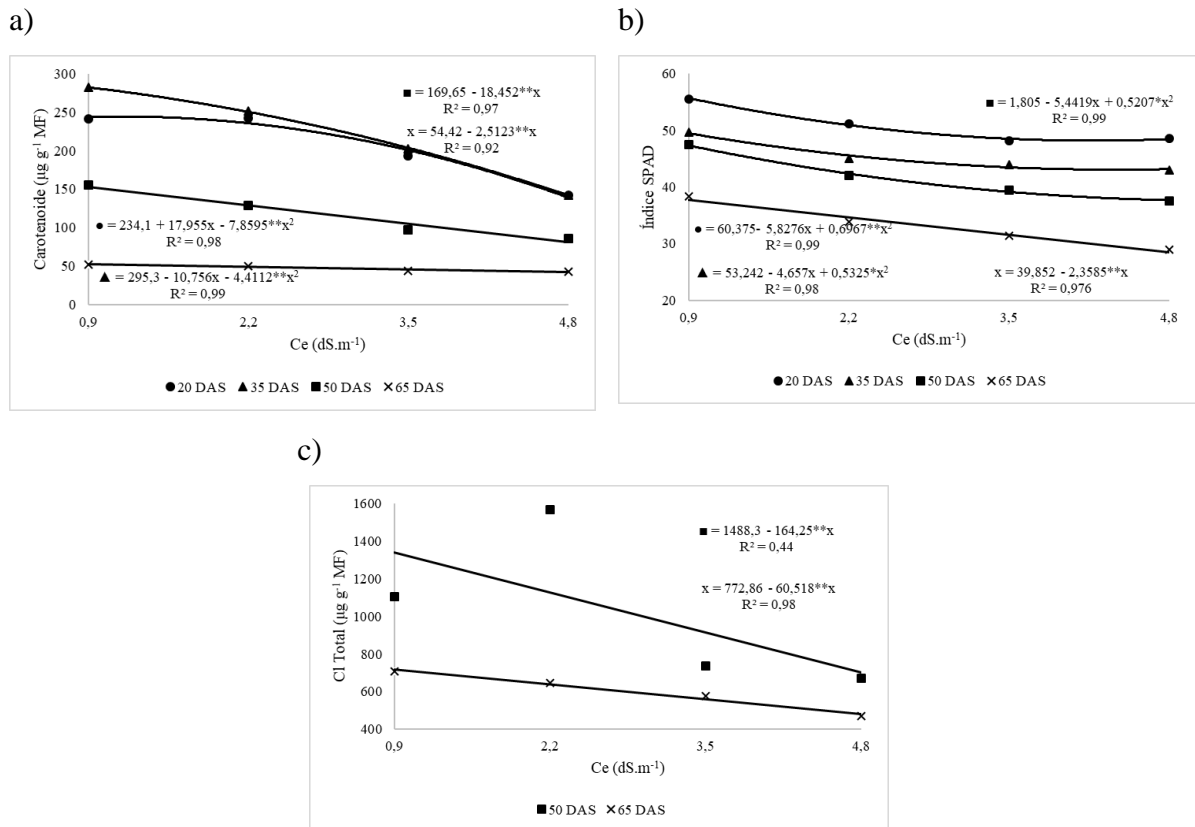


Figura 2. Teores de Carotenoide (a), Índice SPAD (b) e Clorofila total (c) em plantas de feijão-caupi submetidos a salinidade na água de irrigação aos 20, 35, 50 e 65 DAS.