

EFEITO DO ESTRESSE SALINO SOBRE OS TEORES DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI

IVIS ANDREI CAMPOS E SILVA¹, RONALDO DO NASCIMENTO²

¹Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE, ivisandrei@gmail.com;

²Dr. Prof. Titular, UAEA, UFCG, Campina Grande-PB, ronaldo@deag.ufcg.edu.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: O feijão-caupi é cultivado em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo que, o teor dos sais presentes no solo ou na água de irrigação dessas regiões, podem influenciar, de forma negativa, a produção dessa cultura devido a problemas de absorção de água pelas raízes, ou toxidez nas plantas. Desta maneira, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da salinidade sobre os teores dos pigmentos fotossintéticos em diferentes genótipos de feijão-caupi, cultivados em casa de vegetação da UFCG na cidade de Campina Grande – PB. A irrigação foi realizada com quatro níveis de condutividades elétricas (1,2; 2,8; 4,4 e 6,0 dS m⁻¹) preparadas a partir da adição do NaCl à água de abastecimento local, em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4 x 4 em três repetições. Aos 49 dias após o semeio, foram determinados os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides. Foi verificado que, o aumento da salinidade da água de irrigação provocou redução nos teores dos pigmentos fotossintéticos, principalmente nas condutividades elétricas mais elevadas. A interação entre os níveis de salinidade e genótipos, demonstrou que o genótipo MNC02-689F-2-8 e MNC03-737F-5-1 foram mais tolerantes aos níveis de salinidade estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Clorofila, estresse abiótico, *vigna unguiculata*.

EFFECT OF SALINE STRESS ON THE CONTENTS OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN CAUPI GENOTYPES

ABSTRACT: Cowpea is cultivated worldwide, mainly in arid and semi-arid regions, and the content of the salts present in the soil or irrigation water of these regions can negatively influence the production of this crop due to problems of water absorption by the roots, or toxicity in plants. In this way, the objective of this study was to evaluate the effect of salinity on the contents of photosynthetic pigments in different genotypes of cowpea, grown in a greenhouse of the UFCG in the city of Campina Grande - PB. Irrigation was performed with four levels of electrical conductivity (1,2; 2,8; 4,4 and 6,0 dS m⁻¹) prepared from the addition of NaCl to the water of local supply, in a completely randomized design with arrangement factorial 4 x 4 in three replicates. At 49 days after sowing, the contents of chlorophyll *a*, *b*, total and carotenoids were determined. It was verified that, the increase of the salinity of the irrigation water caused a reduction in the contents of the photosynthetic pigments, mainly in the higher electrical conductivities. The interaction between salinity levels and genotypes showed that the genotype MNC02-689F-2-8 and MNC03-737F-5-1 were more tolerant to the salinity levels studied.

KEYWORDS: chlorophyll, abiotic stress, *vigna unguiculata*.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), também conhecido como feijão de corda, fradinho ou macassar, é uma espécie leguminosa, cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, considerado como um dos principais componentes alimentícios de milhares de pessoas que vivem nessas regiões, além de ser utilizado como matéria prima para adubação verde e material orgânico (Manaf & Zayed, 2015; Pereira et al., 2016).

Apesar de sua elevada capacidade de adaptação, o feijão-caupi está sujeito a estresses que podem afetar de forma negativa o seu crescimento e desenvolvimento. Fatores abióticos impõem graves desafios às plantas, podendo causar danos significativos ao seu crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente, ao rendimento das culturas (Negrão et al., 2017). Dentre esses estresses, a salinidade do solo ou da água de irrigação, é um dos principais responsáveis por reduzir a produtividade, além de afetar o crescimento e o metabolismo das plantas, principalmente em regiões árias e semiáridas (Acosta-Motos et al., 2017).

A degradação dos pigmentos fotossintéticos, destruição de cloroplasto, redução da fluorescência da clorofila e conseqüente redução na taxa fotossintética líquida são alterações fisiológicas que podem ser provocadas às plantas devido a exposição ao estresse salino. A redução dos teores de clorofila de plantas submetidas ao estresse salino é comumente relatada, podendo ser utilizados como parâmetros indicativos desse estresse nas plantas (Chutipaijit et al., 2011).

Os elevados teores de sais no solo proporcionam um ambiente adverso à maioria das culturas de importância econômica, devido a ação do potencial osmótico e íons potencialmente tóxicos (Freire et al., 2010), logo, a identificação de genótipos tolerantes à ambientes salinos é considerada como um plano econômico para aumentar a produção das culturas em solos com essas características (Mini et al., 2015). Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da salinidade sobre os teores dos pigmentos fotossintéticos em diferentes genótipos de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de ambiente protegido em casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), nas dependências da UFCG, Campus I, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA). A UFCG está localizada na zona centro 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.

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro genótipos de feijão-caupi e quatro níveis de salinidade da água de irrigação, com três repetições, totalizando 48 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por quatro genótipos de feijão-caupi, sendo: (G1) MNC02-689F-2-8, (G2) MNC03-737F-11, (G3) MNC03-737F-5-1 e (G4) BRS Pajeú, cedidos pela Embrapa Meio Norte, localizada na cidade de Teresina-PI. Os quatro níveis de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação foram: 1,2 (testemunha); 2,8; 4,4 e 6,0 dS m⁻¹, sendo preparadas a partir da adição do cloreto de sódio (NaCl) à água de abastecimento local até que atingissem a CE desejada, sendo aferidas com auxílio de um condutivímetro. Cada parcela experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta de feijão-caupi.

As sementes foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 10 kg de solo, sendo utilizado 10 sementes por vaso, permanecendo três plantas por vaso após o primeiro desbaste que ocorreu aos cinco dias após a emergência (DAE). Aos 10 DAE realizou-se o segundo desbaste, onde permaneceu apenas uma planta por vaso. As plantas foram irrigadas diariamente com água de chuva, de forma a manter o solo próximo a capacidade de campo, sendo que a partir de 10 dias após o semeio (DAS) iniciou-se os tratamentos.

Aos 49 DAS determinou-se os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoide. A quantificação foi realizada a partir da extração em amostras de folhas frescas que, após pesadas, foram picotadas e colocadas em recipientes contendo 8 mL de acetona 80 %, as quais foram mantidas no escuro e em refrigerador durante 48 h. Os sobrenadantes contendo os pigmentos extraídos foram coletados e se procedeu as leituras de absorbância em espectrofotômetro a 470, 645 e 663 nanômetros, conforme (Lichtenthaler & Welbum, 1983). Os conteúdos de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides foram calculados pelas seguintes equações:

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

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

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

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

Sendo:

A_{470} = leitura de absorbância a 470 nanômetros;

A₆₄₅ = leitura de absorvância a 645 nanômetros;
 A₆₆₃ = leitura de absorvância a 663 nanômetros;
 Cl *a* = clorofila *a*;
 Cl *b* = clorofila *b*

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (Teste F), desdobrando-se as análises sempre que a interação foi significativa, utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância, referente aos pigmentos fotossintéticos de genótipos de feijão-caupi apresentados na Tabela 1, mostram que todas as variáveis analisadas tiveram efeito significativo à 1 % de probabilidade para o fator salinidade, como também para o fator genótipo, com exceção da clorofila *a*, que não apresentou diferença significativa entre os genótipos estudados. Houve efeito significativo para a interação entre Genótipos x Salinidade à 1 % de probabilidade, para todas as variáveis estudadas.

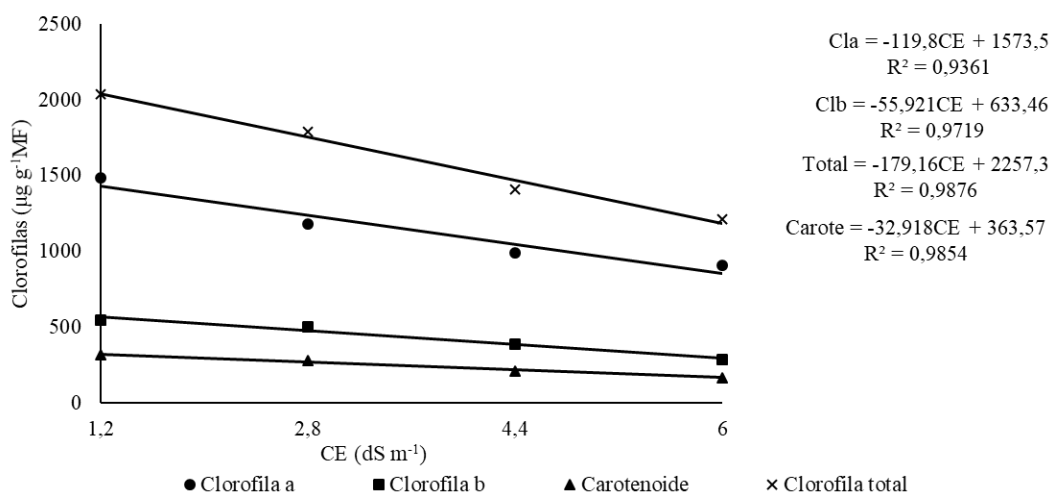
Tabela 1. Resumo da análise de variância para os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoide aos 49 DAS em plantas de feijão-caupi, irrigadas com água salina.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Carotenoide	Clorofila Total
Genótipos	3	27587,41 ^{ns}	144939,70**	27425,93**	509565,10**
Salinidade	3	784920,40**	164746,94**	56298,38**	1664166,21**
G x S	9	49355,84**	9851,54**	5860,34**	236104,92**
Resíduo	32	15327,03	339,69	202,01	2045,45
CV (%)		10,84	4,26	5,80	2,81

** = significativo à 1 % de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

Para o fator salinidade, os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoide decresceram a medida em que os níveis da CE da água de irrigação aumentam (Figura 1). No tratamento correspondente a maior CE, de 6,0 dS m⁻¹, a redução em relação ao tratamento controle foi de 38,7, 47,6, 40,7 e 47,7 %, respectivamente, para clorofila *a*, *b*, total e carotenoide, ajustando-se melhor ao modelo de regressão linear.

Figura 1. Teores de clorofila *a* (Cl_a), *b* (Cl_b), total e carotenoides (Carote) em folhas de feijão-caupi submetidas a salinidade na água de irrigação (CE) aos 49 DAS.



Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2018), observando redução dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides com o aumento da salinidade do solo em feijão-caupi de 31, 20, 25 e 42 %, respectivamente. Ainda corroborando, Lima (2017) encontrou declínio no teor de

clorofila *a*, *b*, total e carotenoide em plantas de feijão-caupi irrigadas com tratamentos salinos. Essa redução indica o dano causado ao sistema fotossintético da planta.

Os valores médios dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides para os genótipos de feijão-caupi estudados, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, encontram-se na Tabela 2. Observa-se que, para os teores de clorofila *a*, as maiores médias foram encontradas no G1 (1692,46 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$) e G3 (1555,58 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$), ambas irrigadas com a água de CE 1,2 dS m^{-1} , não diferindo estatisticamente entre si. Para os teores de clorofila *b*, o G3 teve a maior média, correspondendo a 761,33 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$, superando a média dos demais genótipos estudados. Para o conteúdo de clorofila total, as maiores médias observadas foram nas CEs da água de irrigação de 1,2 e 2,8 dS m^{-1} no G1, correspondendo a 2463,81 e 2468,32 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$, respectivamente, não havendo diferença significativa entre as mesmas. Com relação ao teor de carotenoide, o G1 e G3 obtiveram as maiores médias, sendo 375,21 e 357,78 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$ para o G1 nas CEs de 1,2 e 2,8 dS m^{-1} e 366,92 $\mu\text{g g}^{-1}\text{MF}$ para o G3 na CE de 1,2 dS m^{-1} .

Tabela 2. Valores médios dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides aos 49 DAS, na interação entre genótipos de feijão-caupi, submetidos à salinidade na água de irrigação

CE (dS m^{-1})	Genótipos			
	G1	G2	G3	G4
Clorofila <i>a</i>				
1,2	1692,46 Aa	1338,09 Ab	1555,58 Aab	1358,03 Ab
2,8	1238,28 Ba	1260,77 ABa	1231,34 Ba	993,60 Ba
4,4	960,31 Ca	1041,66 Ba	979,39 BCa	984,41 Ba
6,0	750,81 Ca	1019,89 Ba	923,94 Ca	946,63 Ba
Clorofila <i>b</i>				
1,2	524,68 Ab	477,49 Ac	761,33 Aa	427,70 Ad
2,8	560,04 Ab	365,71 Bd	646,63 Ba	439,54 Ac
4,4	379,11 Bb	291,27 Cc	586,77 Ca	306,37 Bc
6,0	271,33 Bbc	239,32 Dc	351,36 Da	285,67 Bb
Clorofila total				
1,2	2463,81 Aa	1825,58 Ac	2015,91 Ab	1852,40 Ac
2,8	2468,32 Aa	1753,15 Ab	1667,30 Bb	1266,47 Bc
4,4	1442,76 Bb	1556,26 Ba	1502,83 Cab	1144,11 Cc
6,0	1022,14 Cc	1458,86 Ba	1228,64 Db	1128,96 Cb
Carotenoide				
1,2	375,21 Aa	274,88 Ab	366,92 Aa	257,25 Ab
2,8	357,78 Aa	269,27 Ac	321,81 Bb	182,76 Bd
4,4	169,07 Bc	184,39 Bbc	284,07 Ca	211,22 Bb
6,0	142,95 Bb	131,75 Cb	246,68 Da	144,95 Cb

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A redução das concentrações de clorofilas faz com que as clorofilas que continuam atuando fiquem mais excitadas, podendo ocorrer a formação de radicais livres induzindo a peroxidação de lipídios, afetando outras moléculas de clorofilas e membranas do processo de fotossíntese, levando à fotooxidação e a morte das plantas (Oliveira et al., 2018).

CONCLUSÃO

O aumento da salinidade da água de irrigação provocou redução nos teores de pigmentos fotossintéticos principalmente nas condutividades elétricas mais elevadas. Os genótipos MNC02-689F-2-8 e MNC03-737F-5-1, mostraram-se mais tolerantes as condições de manejo impostas, apresentando teores de pigmentos fotossintéticos superiores sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa e aos amigos do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG, pela ajuda durante o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Acosta-motos, J. R.; Ortuño, M. F.; Bernal-Vicente, A.; Diaz-Vivancos, P.; Sanchez-Blanco, M. J.; Hernandez, J. A. Plant response to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v. 7, n. 1, p. 18, 2017.
- Chutipajit, S.; Cha-um, S.; Sompornpailin, K. High contents of proline and anthocyan in increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. indica. *Australian Journal of Crop Science*, v.5, n. 10, p. 1191-1198, 2011.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- Freire, M. G. S.; Souza, E. R.; Freire, F. J. Fitorremediação de solos afetados por sais. In: Ghelyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C.F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 472.
- Lichtenthaler, H. R.; Welbum, A.R. 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, B. S. Tolerância de genótipos de *Vigna unguiculata* ao estresse salino: integração dos mecanismos moleculares, fisiológicos e bioquímicos. Fortaleza: UFC, 2017. 84f. Tese (Doutorado em bioquímica).
- Manaf, H. H.; Zayed, M. S. Productivity of cowpea as affected by salt stress in presence of endomycorrhizae and *Pseudomonas fluorescens*. *Annals of Agricultural Science*, v. 60, n. 2, p. 219-226, 2015.
- Mini, M. L.; Sathya, M.; Arulvadivookarasi, K.; Jayachandran, K. S.; Anusuyadevi, M. Selection of salt tolerant cowpea genotypes based on salt tolerant indices of morpho-biochemical traits. *Current Trends in Biotechnology & Pharmacy*, v. 9, n. 4, p. 306-316, 2015.
- Negrão, S.; Schmöckel, S. M.; Tester, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*, v. 119, n. 1, p. 1-11, 2017.
- Oliveira, W. J.; Souza, E. R.; Santos, H. R. B.; Silva, E. F. F.; Duarte, H. H. F.; Melo, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 13, p. 2592-2603, 2018.
- Pereira, T. S.; Lima, M. D. R.; Paula, L. S.; Lobato, A. K. S. Tolerance to water deficit in cowpea populations resulting from breeding program: detection by gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Indian Journal of Plant Physiology*, v. 21, n. 2, p. 171-178, 2016.