



## Efeitos da salinidade sobre a fluorescência da clorofila, pigmentos fotossintéticos e produtividade de feijão caupi<sup>(1)</sup>.

Venâncio de Lima Veloso<sup>(2)</sup>; Wanderson José de Oliveira<sup>(3)</sup>, Edivan Rodrigues de Souza<sup>(4)</sup>, Jailson Cavalcante Cunha<sup>(5)</sup>. Lucas Yago de Carvalho Leal<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq (projeto Universal nº 473817/2013-6) e FACEPE; <sup>(2)</sup> Graduando; Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(3)</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola; Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(4)</sup> Professor Adjunto; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Recife, Pernambuco; edivanrs@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Doutor; Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RESUMO:** A fluorescência da clorofila *a* é de grande importância para estudos de estresses abióticos em vegetais, uma vez que fornece indicativos sobre a inibição ou danos à transferência de elétrons no fotossistema II. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar os danos que o estresse salino pode causar ao sistema fotossintético de plantas de feijão. Para isso, determinou-se a fluorescência da clorofila *a*, pigmentos fotossintéticos e produtividade de feijão caupi, da variedade IPA 206, cultivado em casa de vegetação, com Neossolo flúvico coletado no município de Pesqueira-PE. Foram utilizadas duas fontes de água para irrigação (formuladas a partir de NaCl e de uma mistura de sais com NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, com valores de concentrações dos elementos proporcionais as águas de poços da região), com seis níveis de condutividade elétrica (CE): 0; 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 dSm<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 6x2 e 4 repetições. Foram determinados os valores de fluorescência mínima ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ), variável ( $F_v$ ) e da eficiência fotoquímica máxima ( $F_m/F_v$ ) aos 33 dias após a semeadura, utilizando um Fluorômetro (Fluorpen fp 100). Determinou-se também os valores dos pigmentos fotossintetizantes (clorofila *a*, *b* e total e carotenoides), e da relação *a/b*, além dos valores de produtividade. A partir dos dados obtidos, presumiram-se danos ao aparelho fotossintético devido ao aumento dos níveis de fluorescência e decréscimo dos pigmentos fotossintéticos, além ser percebida influência direta da salinidade na produtividade.

**Termos de indexação:** Condutividade Elétrica; Fotossíntese; Fotossistema.

### INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais estresses abióticos responsáveis pelo decréscimo da produtividade e que lesam o crescimento e o metabolismo das plantas, principalmente em regiões áridas e semiáridas. (Munns & Tester, 2008). Entre os vários processos afetados pela salinidade, a

redução da fotossíntese está amplamente relatada na literatura (Praxedes et al., 2010; Silva et al., 2011).

Ao serem submetidos aos estresses abióticos, os vegetais apresentam sintomas como as modificações no estado funcional das membranas dos tilacoides dos cloroplastos, sendo percebidas pelas alterações nos sinais de fluorescência, sendo quantificados nas folhas pela fluorescência inicial ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ) e variável ( $F_v$ ) da clorofila *a*, além do rendimento quântico potencial ( $F_v/F_m$ ) (CHA-UM; KIRMANEE, 2011; SILVA et al., 2011).

Dessa forma, percebe-se que o funcionamento do fotossistema II (PSII) é um indicador da assimilação de carbono pelas plantas, devido à eficiência no uso da radiação fotoquímica, apoiando o diagnóstico da integridade do aparato fotossintético face às adversidades ambientais (TESTER; BACIC, 2005).

A concentração de pigmentos fotossintéticos, principalmente a clorofila *a* e clorofila *b*, esta inclusa nos fatores ligados à eficiência fotossintética das plantas, por estes serem responsáveis pela captura da energia luminosa, posteriormente convertida em energia química. Já os carotenoides desempenham um papel essencial de fotoproteção, constituindo as membranas dos tilacoides dos cloroplastos (Strasser et al., 2000).

Assim, alterações na fluorescência podem mostrar a ausência ou presença de danos no processo fotossintético (Strasser et al., 2000).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa que se destaca econômico-socialmente no Nordeste brasileiro, onde exerce grande participação na dieta alimentar da população, por ser uma excelente fonte de proteínas e carboidratos de baixo custo, sendo este o feijão mais consumido (SANTOS et al., 2009). Um ponto a ser destacado é a sua adaptação a altas temperaturas e à seca, quando comparada a outras culturas, adaptação relacionada à diminuição da perda de água pelo controle da abertura dos estômatos (Freire Filho et al. 2011). O Caupi tolera a irrigação com água salina com condutividade elétrica de até 3,3 dS m<sup>-1</sup> (AYERS & WESTCOT, 1999), sendo considerada como espécie moderadamente tolerante à



salinidade, inclusive o cultivar IPA 206, utilizado neste experimento.

Objetivou-se, portanto, com este trabalho, avaliar as mudanças na emissão da fluorescência da clorofila *a* em plantas de feijão caupi sob seis níveis de estresse salino e a influência das espécies iônicas presentes na solução do solo sobre os parâmetros da fotossíntese.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco durante os meses de março a maio de 2014, ao todo, foram 60 dias de acompanhamento. O solo utilizado no experimento, caracterizado como Neossolo flúvico (EMBRAPA, 2006), foi coletado no município de Pesqueira-PE, Nordeste do Brasil, na profundidade de 0-30 cm, sendo este isento de problemas de salinidade e sodicidade. Foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de 4 mm para a conservação dos microagregados. Foram cultivadas plantas de *Vigna unguiculata*, da variedade IPA 206, em recipientes com capacidade para 6L de solo, este já peneirado em malha de 4 mm, sendo duas plantas por vaso. Antes do plantio, cada vaso foi irrigado com 1,39 L de água, volume correspondente à umidade de 80% da capacidade de pote (CP) em base de massa. A irrigação foi diária, pesando-se todos os recipientes ao fim do dia e repondo a água evapotranspirada até se obter 80% da CP novamente. Foi aplicada uma adubação com 20 kg/ha de N, 20 kg/ha de K na fundação e 30 kg/ha de N na cobertura, segundo o Manual de Recomendação de Adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

Foi utilizado o delineamento experimental para dispor os blocos ao acaso, com quatro blocos em arranjo fatorial dupla 2x6, sendo duas fontes de sais, NaCl e mistura de sais de CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, NaCl e KCl, e seis níveis de condutividade elétrica (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10; 12,5 dS m<sup>-1</sup>). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão para os parâmetros da fluorescência.

O solo foi irrigado com águas de CE de 0; 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 dS m<sup>-1</sup> vindas de duas fontes diferentes de sais: A primeira continha apenas NaCl, a segunda, uma mistura de Ca, Mg, Na e K, de composição semelhante as dos poços usados para a irrigação na região de Pesqueira-PE. O tratamento com as soluções salinas foi realizado aos poucos, a fim de se evitar choque osmótico nas plantas. Dessa forma, as plantas receberam água de 2,5dS m<sup>-1</sup> por dois dias, a partir disto, foram aplicados os

tratamentos conforme a metodologia, possibilitando adaptação até ser alcançado a CE de 12,5 dS m<sup>-1</sup>.

A leitura da fluorescência foi feita aos 33 dias após a semeadura em folhas do terço médio, sadias, completamente expandidas e adaptadas ao escuro por 30 minutos com o auxílio de pinças. Foram determinados os valores de fluorescência mínima ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ), variável ( $F_v$ ) e da eficiência fotoquímica máxima ( $F_m/F_v$ ) utilizando um Fluorômetro (Fluorpen fp 100).

Para as medidas de produtividade, as vagens maduras eram colhidas diariamente a partir dos 38 dias após o plantio. Após a coleta, os grãos foram pesados, levados a estufa na temperatura de 105°C até que se observasse peso constante e este foi corrigido para 13% de umidade através da fórmula  $PC = P_{ob} (100 - U) / 100 - 13$ , em que:

PC = peso corrigido para 13% de umidade em base úmida e  $P_{ob}$  = peso observado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como se pode observar na Figura 1, para o parâmetro  $F_0$  da fluorescência, as plantas apresentaram diferença significativa entre as fontes de sais e os seis níveis de salinidade. As plantas submetidas à irrigação com NaCl apresentaram os maiores valores de  $F_0$  em comparação com aquelas submetidas aos mesmos valores de CE irrigadas com misturas de sais.  $F_0$  é independente dos eventos fotoquímicos, logo, demonstra a destruição do centro de reação do FSII ou diminuição da capacidade de transferir energia de excitação da antena para o centro de reação. (BAKER e ROSENQVST, 2004). Dessa forma, observa-se que a presença de NaCl na água de irrigação é mais danoso que a presença da mistura de sais, para a mesma CE, para o centro de reação do PSII.

Nos índices da fluorescência máxima ( $F_m$ ), houve um aumento seguindo os níveis de salinidade.  $F_m$  indica o ponto máximo da fluorescência, o qual ocorre quando a QA (quinona receptora primária de elétrons do FSII) está reduzida e os centros de reação são incapazes de aumentar as reações fotoquímicas, atingindo sua capacidade máxima (BAKER e ROSENQVST, 2004).

Os valores de  $F_v$  diferiram apenas entre as CE. Apresentaram-se aumentando, inicialmente, tendo seu pico à 5dS m<sup>-1</sup>, e diminuindo logo após, acompanhando o aumento do nível de salinidade. A redução da fluorescência variável da clorofila *a* das plantas evidencia que as condições abióticas as quais as plantas estão submetidas, neste caso o estresse salino, promovem danos no aparelho fotossintético, comprometendo o FS II, com o decorrer do tempo de exposição ao fator



estressante (de Oliveira Freire, 2013).

O rendimento quântico ( $F_v/F_m$ ) nas folhas adaptadas ao escuro teve seus valores diminuídos conforme se aumentou os níveis de salinidade. A razão  $F_v/F_m$ , indica a proporção de luz que foi absorvida pela clorofila associada ao FSII utilizada em atividade fotoquímica, logo, informa a quantidade de elétrons transportados, podendo ser utilizada como um indicativo da fotossíntese (BAKER e ROSENQVST, 2004).

Os valores de produtividade só puderam ser obtidos até os tratamentos com CE de  $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ , cujo comportamento dos valores foi de redução conforme aumentava-se a salinidade. Para a produtividade da testemunha (CE de  $0 \text{ dS m}^{-1}$ ), obteve-se valores próximos ao observado na literatura (Júnior et al, 2002).

### CONCLUSÕES

A fluorescência da clorofila *a* evidenciou os danos ao aparato fotossintético, causados pelas altas condutividades elétricas das águas de irrigação, aparecendo como indicador viável do estresse salino.

Os altos níveis de salinidade também se mostraram danosos aos pigmentos fotossintéticos e produtividade. Todos estes reduziram conforme se aumentava a salinidade.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do CNPq, CAPES e Facepe.

### REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande, UFPB, 1999. 153p.

BAKER, N. R., & ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of experimental botany*, 55.403:1607-1621, 2004.

BEZERRA, A.A. de C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8.1:85-93, 2008.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. *Scientia Agricola*, 68.4:406-410, 2011.

DE OLIVEIRA FREIRE, J. L., et al. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. *R. Ciência Agronômica*, 45.1:82-91, 2013.

DOS SANTOS, J. F. et al. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microregião Cariri paraibano. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 6.1:214-222, 2009.

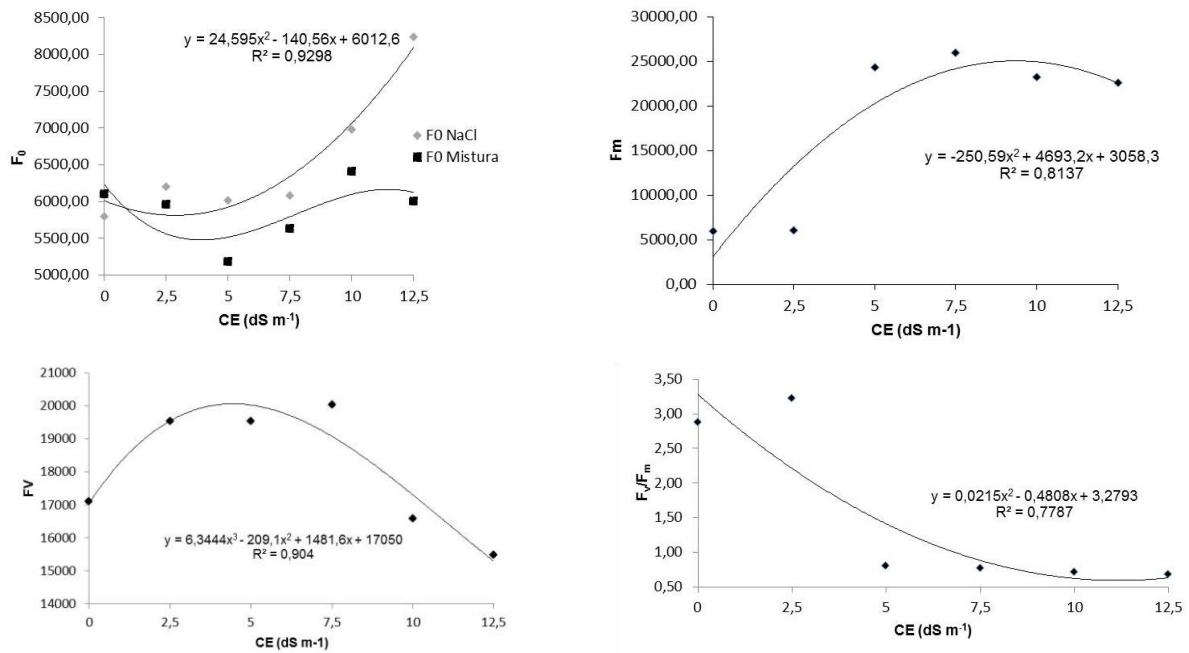
FREIRE FILHO, F.R. et al. Feijão-caupi no Brasil : produção, melhoramento genético, avanços e desafios- Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

FURTADO, G.F.; SOARES, L.A.A.; SOUSA, J.R.M.; ANDRADE, E.M.G.; GUERRA, H.O.C. Alterações fisiológicas em feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8.3:175-181, 2013.

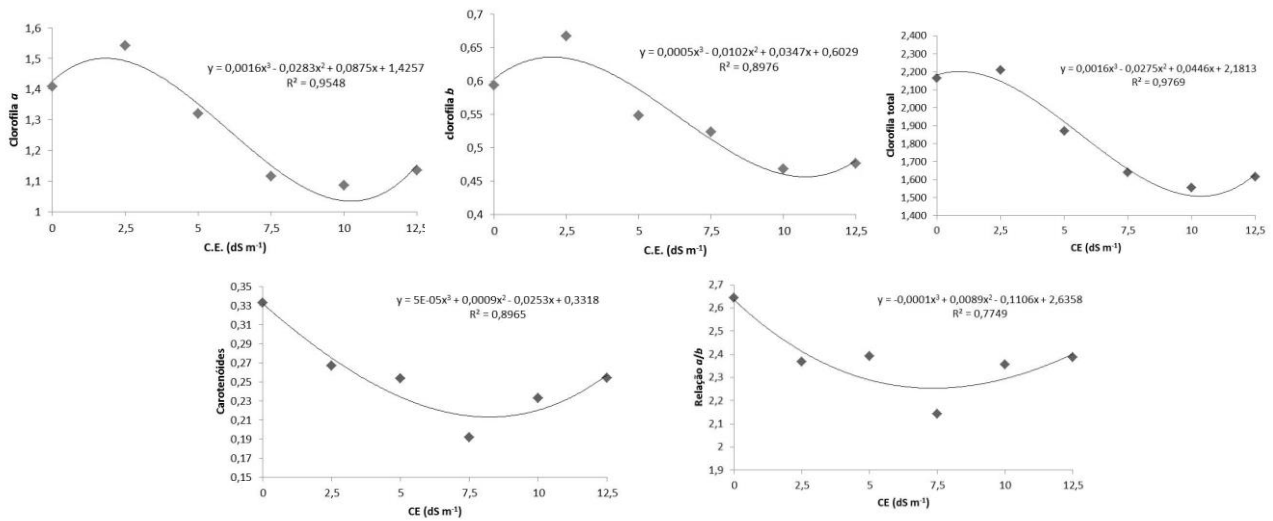
JÚNIOR, A. S. et al. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). 1 ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108p.

SILVA, F.L.B.; LACERDA, C.F.; SOUSA, G.G.; NEVES, A.L.R.; SILVA, G.L.; SOUSA, C.H.C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:383-389, 2011.

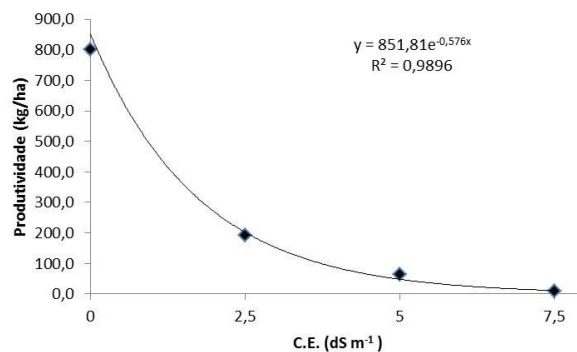
TESTER, M. & BACIC, A. Abiotic stress tolerance in grasses. From model plants to crop plants. *Plant Physiology*, 137:791-793, 2005.



**Figura 1.** Parâmetros da fotossíntese avaliados em plantas de *Vigna unguiculata* submetidas 33 dias após o plantio.  $F_0$ : Fluorescência Inicial,  $F_m$ : Fluorescência máxima,  $F_v$ : Fluorescência variável ( $F_v = F_m - F_0$ ), e Rendimento quântico ( $F_v/F_m$ ).



**Figura 2:** Níveis de clorofilas *a*, *b*, e total, além da relação *a/b* e níveis de carotenoides, todos em função das condutividades elétricas, e analisados aos 33 dias após o plantio.



**Figura 3.** Quantificação dos valores de produtividade (kg/ha) em plantas de feijão caupi a partir dos 38 DAP.