

## PIGMENTOS FOTOSSITÉTICOS E PRODUÇÃO DE FEIJÃO *Vigna unguiculada* L. Walp SOB SALINIDADE E ADUBAÇÃO NITROGENADA

### PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND YIELD OF COWPEA *Vigna unguiculada* L. Walp UNDER SALINITY AND NITROGEN FERTILIZATION

Guilherme de Freitas Furtado<sup>1\*</sup>; José Raimundo de Sousa Junior<sup>2</sup>; Diego Azevedo Xavier<sup>3</sup>; Elysson Marcks Gonçalves Andrade<sup>1</sup>; Jônatas Raulino Marques de Sousa<sup>1</sup>

**Resumo:** Estudaram-se acúmulo de pigmentos foliares e a produção do feijão vigna cv. BRS Pajeú submetidos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em lisímetros de drenagem, no período de junho a setembro de 2013 em ambiente protegido da UEAg/CTRN/UFCG. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, testando-se cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de adubação nitrogenada (70; 100; 130; 160 e 190% da recomendação indicada para ensaio em vaso). Avaliaram-se o teor de clorofila 'a' (CL a), teor de clorofila 'b' (CL b) teor de clorofila total (CLT), razão clorofila 'a' e clorofila 'b' (CL a/CL b), teor de carotenóides (CAT), o conteúdo relativo de água (CRA), florescimento inicial (FI), o número de flores por planta (NFP), a taxa de abortamento (TA), o número de grãos por vagens (NGV) e o número de grãos por planta (NGP). O teor de CL a não foi influenciada pelos tratamentos aplicados, sendo em média 13,66 µg g<sup>-1</sup> MF<sup>-1</sup>. A irrigação com água salina proporcionou redução no teor de CL b, CLT, CL a/CL b, CAT e o CRA. A adubação nitrogenada promoveu decréscimo da razão CL a/CL b. A salinidade retardou o florescimento inicial, reduziu o número de flores por planta, o número de grãos por vagem e o número de grãos por planta. A taxa de abortamento de flores foi elevada com o incremento da condutividade elétrica da água. O nitrogênio proporcionou efeito significativo para o número de grãos por vagem. Não houve interação entre a salinidade da água de irrigação e a fertilização nitrogenada para nenhuma variável analisada.

**Palavras-chave:** Clorofila, condutividade elétrica da água, macassar

**Abstract:** We studied the accumulation of leaf pigments and yield of cowpea cv. BRS Pajeú under different levels salinity irrigation water and nitrogen fertilization. The experiment was developed in drainage lysimeters in the period June to September 2013 in a greenhouse of UEAg/CTRN UFCG. An experimental design of randomized blocks was used in factorial (5 x 5), five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (0.9, 1.8, 2.7, 3.6 and 4, 5 dS m<sup>-1</sup>) and five doses of nitrogen fertilization (70, 100, 130, 160 and 190% of nitrogen recommended for pot experiment). The study evaluated chlorophyll 'a' (CL a), chlorophyll 'b' (CL b) total chlorophyll content (CLT), ratio of chlorophyll 'a' and chlorophyll 'b' (CL a/CL b), carotenoid (CAT) relative water content (CRA), the number of flowers per plant (NFP), the rate of abortion (TA), the number of grains per pod (NGV) and number of grains per plant (NGP). The content of CL was not influenced by the treatments applied, averaging 13.66 µg g<sup>-1</sup> MF<sup>-1</sup>. Irrigation with saline water caused a reduction in the content of CL b, CLT, CL a/CL b, CAT and the CRA. Nitrogen fertilization promoted decrease of the ration CL a/CL b. Salinity delayed the initial flowering, reduced the number of flowers per plant and number of seeds per pod and number of seeds per plant. The rate of abortion of flowers was increased with the increase of electric conductivity. Nitrogen provided significant for the number of grains per pod effect.

**Keywords:** Chlorophyll, electrical conductivity of water, macassar

## INTRODUÇÃO

Bem adaptado às condições semiáridas, o feijão *Vigna unguiculata* L. (Walp.), também conhecido como feijão-macassar, feijão caupi ou feijão-de-corda, constitui-se como cultura de subsistência na região nordeste do Brasil,

prevalendo pequenos e médios produtores que possuem reduzida infraestrutura, inviabilizando o cultivo fora da época das chuvas.

Para reposição da umidade do solo pode ser empregada a irrigação, que tem contribuído para o aumento na produção de alimentos, no entanto esta prática

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 09/12/2013; aprovado em 16/03/2014

<sup>1</sup>Pós-graduandos em Engenharia Agrícola – UAEA/CTRN – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. E-mail: gfreitasagro@gmail.com.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. E-mail: jrssjunior@gmail.com.

<sup>3</sup>Graduado em Engenharia Agrícola – UAEA/CTRN – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. E-mail: dax\_man89@hotmail.com.

deve ser usada de forma racional, uma vez que as condições de clima do Nordeste (altas temperaturas, baixa pluviosidade e os elevados teores de sais nas águas de irrigação), vêm causando problemas de salinização nos solos. A crescente necessidade de se aumentar a produção de alimentos, tem acrescido significativamente a expansão das áreas cultivadas, porém essa busca não leva em conta apenas a expansão das áreas agrícolas, mas também, do uso de águas consideradas de qualidade inferior, bem como a reutilização de água de drenagem com elevados teores de sais e a utilização de espécies capazes de apresentar elevada rentabilidade quando irrigadas com esses tipos de água (RHOADES et al., 2000).

Algumas culturas conseguem produzir em rendimentos aceitáveis, enquanto algumas outras, são sensivelmente afetadas, reduzindo sua produção à níveis relativamente baixos (GÓES et al., 2009). O efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas (RIBEIRO et al., 2006). Conforme Mayer e Poljakoff-Mayber (1989), as plantas apresentam tolerância à salinidade variada, diferindo nos estádios de desenvolvimento, incluindo a germinação e emergência, são denominadas glicófitas as menos tolerantes e as mais tolerantes, halófitas. Segundo Shalhevet et al. (1995), na presença de condições salinas o feijão caupi é mais afetado durante o estágio vegetativo e no início da fase reprodutiva, menos sensíveis no estágio de floração e insensíveis durante o enchimento de grãos. Entretanto ainda se tem pouco conhecimento das plantas dessa família no que diz respeito aos efeitos acarretados por condições de estresse salino, o que é um entrave quando o agricultor deseja cultivar uma leguminosa (GÓES et al., 2009).

Araújo et al. (2005) e Sousa Junior et al. (2008), já encontram resultados significativos no algodoeiro, reduzindo os efeitos salinos através da elevação da adubação nitrogenada, indicando uma nova alternativa para mitigação dos danos causados pela salinidade.

A utilização de compostos nitrogenados com o objetivo de redução dos efeitos do estresse salino tem sido uma estratégia recorrente reportada por diversos autores (KAYA et al. 2007; FURTADO et al., 2012; FURTADO et al., 2013). Tais compostos atuam no ajuste osmótico, proteção de macromoléculas celulares, estocagem de nutrientes, manutenção do pH celular, desintoxicação de células e minimização dos efeitos das espécies reativas de oxigênio (ASHRAF & HARRIS, 2004). Ademais, Nascimento et al. (2012a) comenta que o suprimento inadequado de nitrogênio às plantas pode comprometer a atividade fotossintética por afetar os teores de pigmentos cloroplastídicos.

Assim, considerando que a salinidade é um problema para o cultivo dessa leguminosa, em contraste com a limitação de água na região semiárida, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio sob o acúmulo de pigmentos foliares e a produção do feijão

vigna cv. BRS Pajeú irrigado com água de diferentes concentrações salinas e adubação nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho a setembro de 2013 sob condições de casa-de-vegetação pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), município de Campina Grande – PB, com as coordenadas geográficas locais 7°15'18" de latitude Sul, 35°52'28" de longitude Oeste e altitude de 550 m.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial de 5 x 5 com três repetições, sendo os tratamentos compostos pela combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação-CEa (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de adubação nitrogenada-DN [(70; 100; 130; 160 e 190% da recomendação de Novais et al. (1991)].

Os níveis de salinidade da água foram obtidos a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na água de irrigação, estabelecendo uma proporção de 7:2:1, respectivamente, tomando-se como base a água proveniente do sistema de abastecimento local (Campina Grande, PB), cuja quantidade foi determinada conforme descrito na equação de Richards (1954), levando em consideração a relação entre a CEa e a concentração de sais (10\*meq L<sup>-1</sup> = 1 dS m<sup>-1</sup> de CEa). As respectivas águas foram acondicionadas em vasos plásticos de 100 L de capacidade.

Utilizou-se a cultivar de feijão vigna 'BRS Pajeú', que conforme a Embrapa (2009), é um material genético com hábito de crescimento indeterminado, porte semi-prostrado, com tempo médio de 39 dias para a floração, comprimento médio da vagem 21,4 cm e produtividade média sob irrigação de 1.863 kg ha<sup>-1</sup>.

Utilizaram-se, lisímetros de 10 L de capacidade volumétrica, preenchidos com 300 g de brita (nº zero) a qual cobria a base do vaso seguida 14 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico, devidamente destorroado e proveniente do Município de Campina Grande, PB, cujas características físicas e químicas (Tabela 1), foram obtidas conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (1997).

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

Característica	Valor
Classificação textural	Areia franca
Densidade do solo – g cm <sup>-3</sup>	1,77
Porosidade - %	38,59
<b>Complexo sortivo (meq/100g de solo)</b>	
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	2,37
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	3,09
Sódio (Na <sup>+</sup> )	0,37
Potássio (K <sup>+</sup> )	0,18
<b>Extrato de saturação</b>	

pH <sub>ps</sub>	6,47
CE <sub>es</sub> – dS m <sup>-1</sup>	1,52
Cloro (Cl <sup>-</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	10,00
Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	0,00
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	5,10
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	5,00
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	16,25
Sódio (Na <sup>+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	9,18
Potássio (K <sup>+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	0,60

Para adubação de fundação foi aplicado por vaso: 35 g de monoamônio fosfato, 3,5 g de KCl e 0,5 kg de húmus de minhoca e 1/3 do N. Após o acondicionamento do material do solo nos lisímetros colocou-se em capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem livre, usando as distintas águas conforme tratamentos pré estabelecidos.

O plantio foi realizado no dia 16 de junho de 2013, semeando-se cinco sementes por lisímetro a 5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas teve início no terceiro dia após o semeio (DAS) e continuou até o sexto dia. Aos 10 DAS realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas duas plantas por lisímetro, as que apresentavam o melhor vigor. Aos 15 DAS foi realizado novo desbaste, onde eliminou-se, uma planta por lisímetro.

O tratamento doses de nitrogênio (cobertura) foi parcelado em duas vezes, aplicada via fertirrigação em intervalos de sete dias a partir de 15 DAS, sendo aplicados por vaso no tratamento com 100% da recomendação de N, 29,16 g de monoamônio fosfato (MAP) mais 0,95 g de uréia. A quantidade de adubo aplicado nos demais tratamentos foi calculada conforme a dosagem de 100% de N. Realizou-se ainda, uma adubação foliar aos 32 DAS, usando ubyfol na proporção de 0,5 kg do fertilizante foliar para 100 L de água, distribuídos nas plantas com auxílio de um pulverizador costal.

A irrigação foi feita adotando-se um turno de rega de dois dias, aplicando-se em cada lisímetro água com seus respectivos níveis de condutividade elétrica. As irrigações foram realizadas com base no balanço hídrico, acrescido de aproximadamente 0.01 da fração de lixiviação.

Os tratamentos culturais realizados durante a condução do experimento consistiram em escarificação superficial do solo e após as plantas atingirem os estádios de desenvolvimento R<sub>3</sub> (CIAT, 1983), foi realizado o tutoramento. A prevenção de pragas e doenças realizou-se através de pulverizações com produtos comerciais recomendados para a cultura do feijoeiro.

Para avaliar os efeitos dos diferentes níveis de salinidade e doses de nitrogênio no feijão vigna foram estudados, durante a fase de produção: o florescimento inicial (FI); o número de flores por planta (NFP), por meio da contagem direta na planta; a taxa de abortamento (TA)

obtida pela diferença do número de flores produzidas por planta; o número de grãos por vagens (NGV) e o número de grãos por planta (NGP).

Ao final do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis: teor de clorofila 'a' (CL a), teor de clorofila 'b' (CL b) teor de clorofila total (CLT), razão clorofila 'a' e clorofila 'b' (CL a/CL b), teor de carotenóides (CAT) e o conteúdo relativo de água (CRA).

A estimativa da clorofila seguiu o método de Arnon (1949) e Lichtenthäler, (1987). A extração da clorofila foi realizada em recipientes contendo 6 mL de acetona 80% e um disco foliar com área de 2,84 cm<sup>2</sup>, os quais foram mantidos no escuro e em refrigerador durante 48 horas. A quantificação dos teores de clorofila "a", "b", total e carotenóides (mg L<sup>-1</sup>) foram procedidos por espectrofotometria de emissão respectivamente, a 470 nm, 645 nm e 663 nm, através das equações 1; 2; 3 e 4 conforme metodologia de Lichtenthäler, (1987), onde A é a absorbância no comprimento de onda utilizado e os valores foram expressos em µm g<sup>-1</sup> MF.

$$\text{Clorofila } a = (12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila } b = (22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila total} = \text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b \quad (3)$$

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se a partir dos resultados do teste de "F" (Tabela 2) que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente todas as variáveis analisadas exceto o teor de clorofila a (CL a). Não houve efeito significativo da interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada (S x D) para nenhuma variável analisada. Nascimento et al. (2012b) verificaram efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre o índice relativo de clorofila. A adubação nitrogenada comportou-se de maneira semelhante nos diferentes níveis de adubação nitrogenada verificando-se efeito significativo apenas para razão de clorofila a e clorofila b (CL a/CL b). No entanto de acordo com Barbosa Filho et al. (2008) e Silva et al. (2010) o teor de clorofila no tecido foliar tem estreita relação com o teor de nitrogênio demonstrando o papel do N na formação da clorofila. Sorrato et al. (2004) e Nascimento et al. (2012a) verificaram que a adubação nitrogenada influencia os teores de pigmentos foliares em feijão vigna.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para teor de clorofila ‘a’ (CL a), teor de clorofila ‘b’ (CL b) teor de clorofila total (CLT), razão clorofila ‘a’ e clorofila ‘b’ (CL a/CL b), teor de carotenóides (CAT) e conteúdo relativo de água (CRA) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de nitrogênio

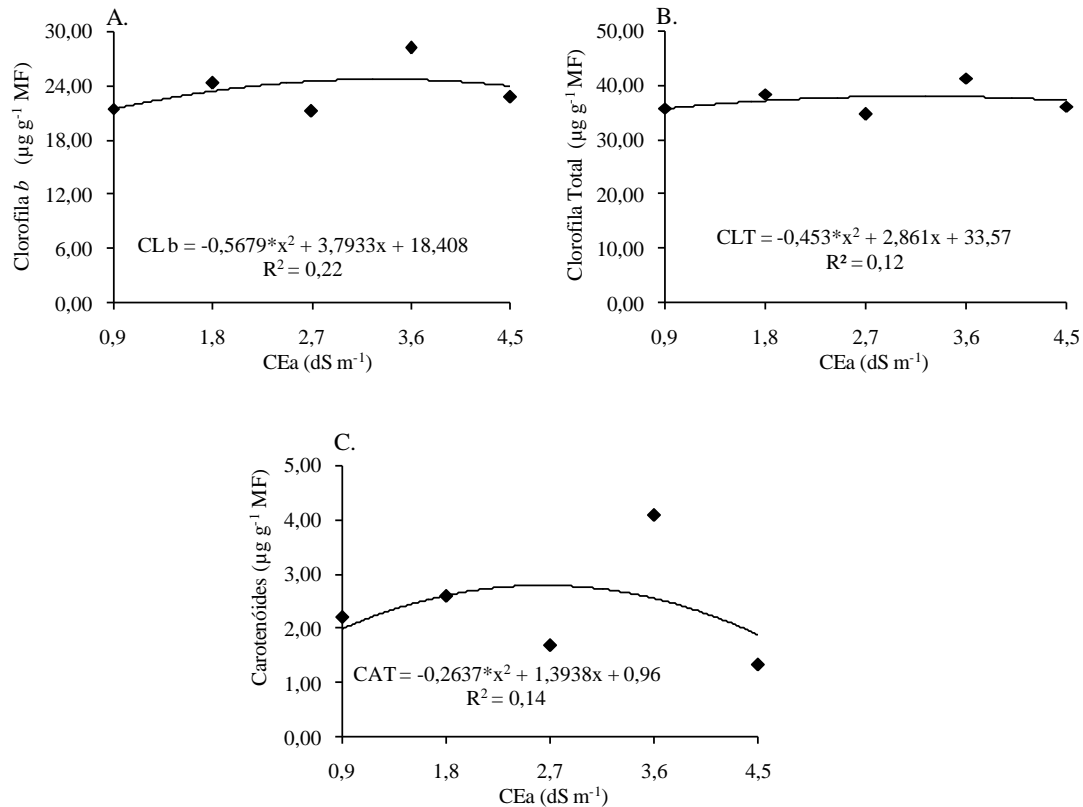
Fonte de Variação	Teste de F					
	CLa	CLb <sup>1</sup>	CLT	CAT <sup>1</sup>	CLa/CLb	CRA
Níveis salinos (S)	ns	*	**	**	**	**
Doses de N (D)	ns	ns	ns	ns	**	Ns
S x D	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
Bloco	ns	ns	*	**	ns	Ns
CV (%)	10,41	14,62	17,50	13,56	17,49	6,84

(\*\*), (\*); (ns) respectivamente, significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$  e não significativo; <sup>1</sup>análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{X}$

Embora não tenha sido verificado efeito significativo para o teor de CL a os valores médios observados ( $13,66 \mu\text{g g}^{-1}$  MF) foram inferiores aos reportados por Andrade et al. (2012), os quais obtiveram valores mínimos de  $20 \mu\text{g g}^{-1}$  MF utilizando água de irrigação de CEa de  $6 \text{ dS m}^{-1}$ .

Conforme a equação de regressão referente ao teor de clorofila b, clorofila total (CLT) e carotenóides (CAT) (Figura 1A, B e C) verifica-se que o modelo o qual os dados melhor se ajustaram em função da salinidade da água de irrigação, foi o quadrático, onde se observa resposta positiva respectivamente até o nível de CEa de

$3,34, 3,16$  e  $2,64 \text{ dS m}^{-1}$ , obtendo-se nesse o máximo teor de CL b ( $24,81 \mu\text{g g}^{-1}$  MF), CLT ( $38,09 \mu\text{g g}^{-1}$  MF) e CAT ( $2,80 \mu\text{g g}^{-1}$  MF), onde os níveis inferior e superior a esta proporcionaram menor teor de CL b, CLT e CAT. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrade et al. (2012) os quais observaram redução do teor de CL b, CLT e CAT com incremento da CEa em feijão vigna (genótipo MNC01-649F-1-3). Camargo et al. (2008) relata ainda que as reduções observadas no teor de clorofilas em plantas sob estresse salino parecem estar fortemente relacionadas à menor capacidade das plantas em sintetizá-las ou na sua maior degradação.

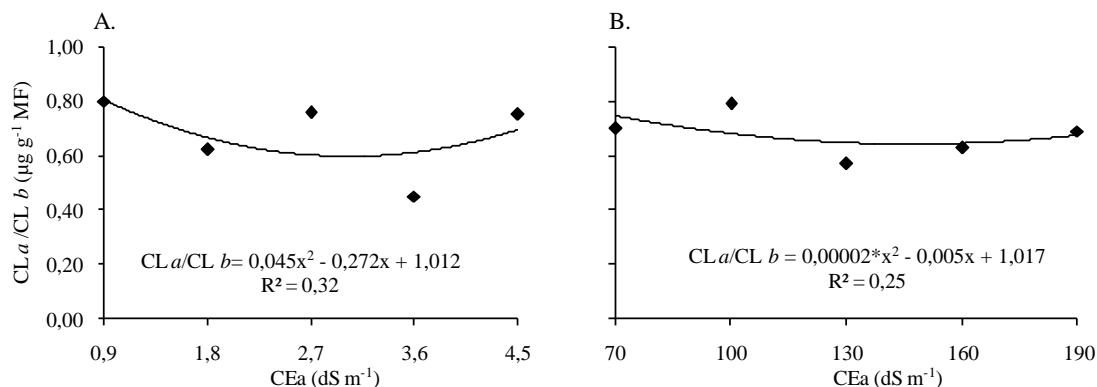


**Figura 1.** Teor de clorofila b - CL b (A), clorofila total - CLT e carotenóides - CAT do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação – Cea.

Considerando que o feijão vigna é moderadamente tolerante aos sais a redução dos teores de CLT estão compatíveis com o nível máximo tolerável pela cultura ( $3,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Ayers & Westcot, 1999). Cavalcante et al. (2011) verificaram redução no teor de CLT com o incremento da salinidade em maracujazeiro amarelo. No entanto Nascimento et al. (2012c) verificaram aumento no teor de CLT com o incremento da CEa em feijão vigna cv. BRS-JURUÁ. A redução nos teores de clorofila é ocasionada pelos desequilíbrios 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. Segundo Silveira et al. (2010) a redução na biossíntese de clorofilas pode ser uma resposta aclimatativa ao estresse salino proporcionando economia de energia pela menor captação de energia luminosa e consequentemente redução do estresse foto-oxidativo.

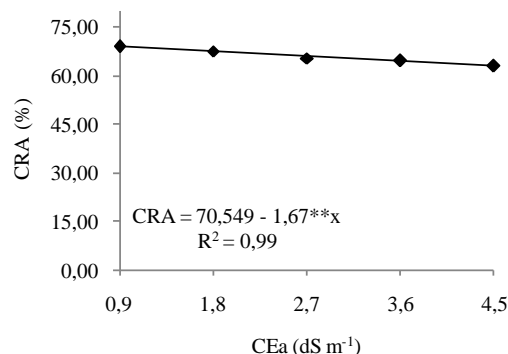
Com relação à razão de clorofila *a* e clorofila *b* (CL *a*/CL *b*) (Figura 2A e B) verifica-se, melhor ajuste dos dados para o modelo de regressão quadrático. A salinidade da água de irrigação promoveu resposta negativa até o nível de CEa de  $3,02 \text{ dS m}^{-1}$ , obtendo-se nesse o máximo da razão CL *a*/CL *b* ( $0,60 \mu\text{g g}^{-1} \text{ MF}$ ) e níveis inferior e superior a esta proporcionaram maior da razão CL *a*/CL *b* (Figura 2A). Cavalcante et al. (2011) verificaram redução na razão CL *a*/CL *b* com o incremento da salinidade em maracujazeiro amarelo. No entanto Andrade et al. (2012) verificaram efeito positivo da CEa para esta variável em feijão vigna (genótipo MNC01-649F-1-3).

As doses de N promoveram redução na razão CL *a*/CL *b* apresentando resposta negativa até a dose de 125% obtendo-se nesse a menor razão CL *a*/CL *b* ( $0,70 \mu\text{g g}^{-1} \text{ MF}$ ) e doses inferiores e superiores a esta proporcionaram maior razão CL *a*/CL *b* (Figura 2B). No entanto de acordo com Viana & Kiehl (2010) o estado nutricional influencia os pigmentos clorofiláticos de plantas de trigo, o que significa declínios ou incrementos respectivamente, em condições de adequada ou inadequada nutrição.



**Figura 2.** Razão de Clorofila *a* e Clorofila *b* - CL *a*/CL *b* do feijão vigna em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e doses de adubação nitrogenada (B).

O aumento dos níveis salinos da água de irrigação promoveram redução linear do conteúdo relativo de água (CRA) (%), apresentando uma decréscimo de 2,36% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  tiveram uma diminuição de 8,71% em relação às plantas que receberam água de  $0,9 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 3). Tais resultados parecem estar relacionados ao acúmulo de cloreto de sódio nas folhas de plantas cultivadas em ambientes salinos. Este acúmulo favorece o equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo (Dias & Blanco, 2010). Matos et al. (2013) avaliando o efeito de diferentes níveis CEa de irrigação nas características morfofisiológicas de mudas de pinhão-mansão verificaram redução no CRA com o incremento da CEa.



**Figura 3.** Conteúdo relativo de água - CRA do feijão vigna em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa.

Constata-se pela tabela 3, que houve significância ao nível de 1% nos tratamentos salinos para o número de flores por planta, taxa de abortamento e número de grãos por planta, bem como significância a 5% para o florescimento inicial e o número de grãos por vagem. As diferentes doses de nitrogênio e a interação entre os tratamentos, não proporcionam efeitos significativos pela

análise de regressão realizada. Para Ayers & Westcot, (1999) os efeitos do estresse salino expressam-se de forma diferenciada entre as culturas, sendo que algumas possuem maior capacidade osmótica, condicionando absorção de água mesmo em condições de salinidade, possibilitando produzir de forma aceitável.

**Tabela 3.** Resumos das análises de variâncias para o florescimento inicial (FI); número de flores por planta (NFP), taxa de abortamento (TA), número de grãos por vagens (NGV) e o número de grãos por planta (NGP), em função dos diferentes níveis de salinidade e doses de nitrogênio, na cultura do feijão vigna cv. BRS Pajeú (*Vigna unguiculada* (L.) Walp.). Campina Grande, PB, 2013.

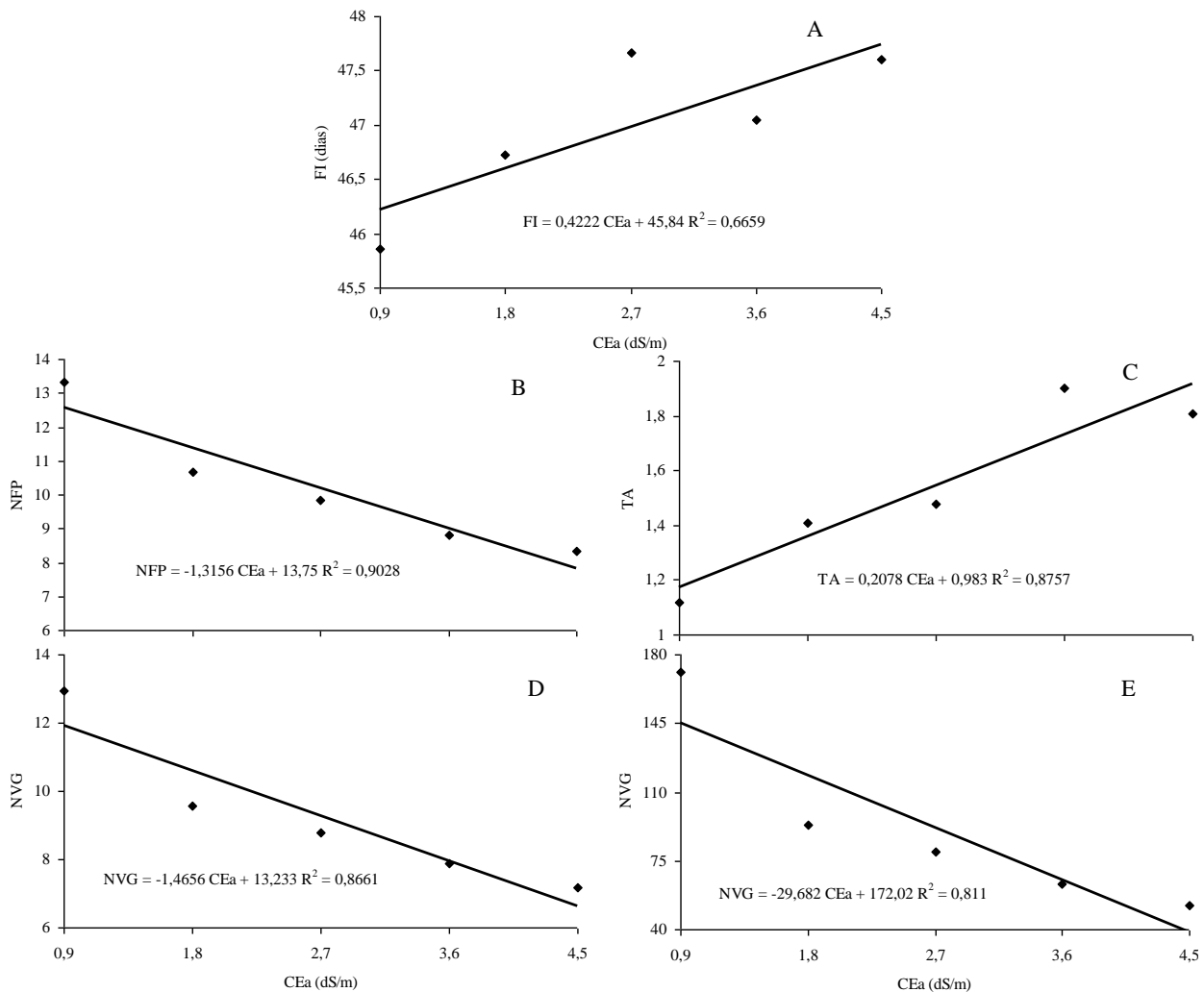
Fonte de Variação	GL	FI	NFP <sup>1</sup>	Quadrado Médio		
				TA <sup>1</sup>	NGV	NGP <sup>1</sup>
Salinidade (Sal)	4	7,75*	59,47**	1,57**	18,54*	32995,58**
Nitrogênio (N)	4	2,82 <sup>ns</sup>	2,82 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	17,54*	464,24 <sup>ns</sup>
Sal x N	15	4,88 <sup>ns</sup>	7,12 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	5,96 <sup>ns</sup>	986,81 <sup>ns</sup>
Bloco	2	41,88	94,64	1,23	1,6	0,632
Resíduo	49	3,17	475,36	0,39	5,61	962,7
CV		3,79	16,21	18,97	18,75	14,83
Média		46,96	10,16	1,56	12,63	91,88

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ . <sup>1</sup>Análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{x}$ .

Conforme observado na figura 4A, pode-se constatar que a salinidade crescente da água de irrigação retardou o início do florescimento das plantas de feijão vigna, aumentando a quantidade de dias para florescer em 0,92%, por incremento unitário da condutividade elétrica da água. Costa et al. (2008) verificou que a cada aumento de um  $dS\ m^{-1}$ , houve retardamento do florescimento em cerca de 12 horas cultivando *amaranthus* ssp sob estresse salino.

O número de flores por planta foi reduzido com o aumento da CEa de irrigação (Figura 4B), com diminuição de 12 flores por acréscimo de uma unidade de  $dS\ m^{-1}$  na água de irrigação, ou seja, diferença relativa de 37,69% a menos de flores quando se compara os tratamentos de 0,9 e 4,5  $dS\ m^{-1}$ . Resultado semelhante obtiveram Aragão et al. (2009) estudando as cultivares de melão 'Gaúcho, Sancho e AF 682', onde nas mesmas tiveram reduções no número de flores na ordem de 86, 79 e 80%, respectivamente, quando elevou-se a salinidade da água para 6,1  $dS\ m^{-1}$ , em comparação ao tratamento controle.

Segundo Larcher (2006), plantas submetidas a estresse hídrico ou salino na época de floração tendem a ter maior queda de flores, comprometendo o rendimento final, fato esse observado nas plantas de feijão vigna que tiveram maior taxa de abortamento floral (Figura 4C), com tendência de aumento linear acompanhando os acréscimos na CEa estudados, verificando-se elevação de 21,14% com o acréscimo de uma unidade de  $dS\ m^{-1}$ . Tal condição influenciou de forma direta no número de grãos por vagem e no número de grãos por plantas (Figuras 4D e E), ocorrendo decréscimo de 11,08 e 17,25% com aumento unitário da CEa, respectivamente. Resultados são semelhantes aos obtidos por Nobre et al. (2011) estudando a produção de aquênios em girassol, constatando redução de 10,70% por cada incremento unitário da CEa, atribuindo o detrimento ao estresse osmótico proporcionado pelo salino, reduzindo a disponibilidade hídrica e privando a planta de elementos essenciais ao seu desenvolvimento.



**Figura 4.** Florescimento inicial (FI) (A); número de flores por planta (NFP) (B), taxa de abortamento (TA) (C), número de grãos por vagens (NGV) (D) e o número de grãos por planta (NGP) (E), em função dos diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do feijão-caupi cv. BRS Pajeú (*Vigna unguiculada* (L.) Walp.). Campina Grande, PB, 2013.

## CONCLUSÕES

A irrigação com água de CEa a partir  $0,9 \text{ dS m}^{-1}$  proporcionou redução linear no teor de CL b, CLT, CL a/CL b, CAT e o CRA.

A adubação nitrogenada até a dose de 125% da recomendação promoveu decréscimo da razão CL a/CL b.

Progressivo retardamento da floração ocorre com os crescentes níveis de salina;

Os aumentos contínuos da salinidade da água de irrigação elevam de forma proporcional à taxa de abortamento de flores;

A fertilização nitrogenada não proporcionou diferenças significativas para as variáveis analisadas;

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. R.; NASCIMENTO, R.; MAIA JUNIOR, S. O.; SILVA, F. V.; BARBOSA, J. W. S. Teores de

pigmentos fotossintéticos em caupi inoculado com rizóbio e em condições salinas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* Grupo Verde de Agricultura Alternativa, v. 7, n.3, p. 10-13, 2012.

ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. J.; QUEIROZ, S. O. P.; DANTAS, B. F. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. *Revista Caatinga*, v.22, n.2, p.161-169, 2009.

ARAÚJO, L. R., BELTRÃO, N. E. de M., BRUNO, R. de L. A., PEREIRA, W. E. Crescimento do algodoeiro herbáceo, em função de diferentes doses de nitrogênio e do estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 5, 2005, Brasília, DF. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão/Fundação DF, 2005. CDROM.

- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, p.1-15, 1949.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, p.3-16, 2004.
- AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na Agricultura**. Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. 1999, 218 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofímetro portátil. *Ciencia Rural*, v.38, n.7, p.1843-1848, 2008.
- CAMARGO, P. M. P.; COSTA, R. C.; BARRETO, A. G. T.; NETO, C. F. O.; CRUZ, F. J. R. 2008. Mecanismos de tolerância ao estresse salino relacionados com o metabolismo de nitrogênio e ajustamentos osmóticos em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). VI Seminário de Iniciação Científica/UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA.
- CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NASCIMENTO, R.; FREIRE, L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Volume Especial, E. 699-705, 2011.
- CIAT. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común**. Eds.: F. Fernández; P. Gepts; M. López. Cali, Colombia. CIAT. 1983. 26p.
- COSTA, D. M. A.; COSTA, D.M.A.; MELO, H.N.S.; FERREIRA, S.R.; HOLANDA, J.S. Crescimento e desenvolvimento do amaranto (*Amaranthus* spp.) sob estresse salino e cobertura morta. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 32, n. 01, p. 43-48, 2008.
- DIAS, N.S.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Ed.). *Manejo da salinidade na agricultura irrigada: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, 2010. p.132 - 144.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). **BRS Pajeú: Cultivar de feijão-caupi com grão mulato-claro**. 1 Ed. Piauí: Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, p.1-2, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (EMBRAPA). **Manual e métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, p.212, 1997.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FURTADO, G.F.; PEREIRA, F.H.F.; ANDRADE, E.M.G.; PEREIRA FILHO, R.R.; SILVA, S.S. da. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melancia. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa*, v. 7, n. 3, p. 33-40, 2012.
- 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 Grupo Verde de Agricultura Alternativa*, v. 8, n. 3, p. 175-181, 2013.
- GÓES, G. B. DANTAS, D. J.; MENDONÇA, V.; ARAÚJO, W. B. M. de; FREITAS, P. S. de C.; MEDEIROS, L. F. de. Crescimento inicial de muda tipo pé-franco de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) em diferentes níveis de salinidade na água. *Agrarian*, v.2, n.5, p.63-70, 2009.
- KAYA, C.; TUNA, A.L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, v. 60, p. 397-403, 2007.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. (ed). *Methods in Enzymology*. Academic Press, London, UK, v. 148, 1987, pp. 350-381.
- MATOS, F.S.; ROCHA, E.C.; CRUVINEL, C.K.L.; RIBEIRO, R.A.; RIBEIRO, R.P.; TINOCO, C.F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, n.4, 2013.
- MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 651-681, 2008.



- NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO, D.A.M.; SILVA, D.A.; ALVES, A.G. Alterações nos teores de clorofilas em plantas de feijão-caupi cultivadas sob diferentes fontes de nitrogênio. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.27, n.2, p.94-96, 2012a.
- NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO, D.A.M.; SILVA, D.A.; ALVES, A.G. Índice SPAD e partição de biomassa em plantas de feijão-caupi submetidas ao estresse salino. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.27, n.2, p.128-132, 2012b.
- NASCIMENTO, R.; ANDRADE, J.R.; ALENCAR, A.E.V.; BARBOSA, J.W.S.; SILVA, R.F.B. Índice SPAD em feijão caupi inoculado com rizóbio e submetidos a diferentes níveis de salinidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa*, v. 7, n. 3, p. 14-16, 2012c.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.e CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Rev. Bras. Ciência do Solo**. vol.35, n.3, pp. 929-937. 2011.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA. p. 189-253, 1991.
- RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas na produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- RIBEIRO, R.V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira “Valência”**. Piracicaba, 2006. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia / Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- RICHARDS, L A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954. 160p.
- SHALHEVET, J.; MORRIS, G. H.; SCROEDER, B. P. Root and shoot growth response to salinity in maize and soybean. **Agronomy Journal**, v.87, n.3, p.512-516, 1995.
- SILVA, E. F. L.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. NUNES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. Fixação biológica do N<sub>2</sub> em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. *Bioscience Journal*, v.26, p.394-402, 2010.
- SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F (Ed.). *Manejo da salinidade na agricultura irrigada: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, 2010. p171 - 180.
- SORRATO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.9, p.895-901, set. 2004.
- SOUSA JUNIOR, S. P.; FERNANDES, P. D. ; GHEYI, R. H.; SOUSA, R. F.; SOARES, F. A. L.; CARVALHO, A. P.; LIMA, A. N.. Uso de água salina no crescimento do algodoeiro colorido BRS Verde sob adubação nitrogenada. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n1, p. 028-046, 2008.
- VIANA, E.M.; KIEHL, J.C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p.975-982, 2010.