

## **PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICO E CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO COM NK**

FRANCISCO WESLEY ALVES PINHEIRO<sup>1\*</sup>; ADAAN SUDARIO DIAS <sup>2</sup>;  
GEOVANI SOARES DE LIMA<sup>3</sup>; HANS RAJ GHEYI<sup>4</sup>, SAULO SOARES DA SILVA<sup>5</sup>

- <sup>1</sup> Doutorando em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, wesley.ce@hotmail.com;  
<sup>2</sup> Doutorando em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, sudario\_dias@hotmail.com;  
<sup>3</sup> Dr. Pesquisador PNP/CAPE/UFPA, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;  
<sup>4</sup> Dr. Prof. Visitante, UFRB, Cruz das Almas-BA, hans@pq.cnpq.br  
<sup>5</sup> Doutorando em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, saulo-soares90@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar os pigmentos fotossintéticos e o crescimento do algodoeiro cv BRS 368 RF em função do estresse salino e combinação de adubação nitrogenada e potássica em condição de casa de vegetação CTRN/UFPA Campina Grande-PB. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, sendo constituídos de cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,7; 2,2; 3,7; 5,2 e 6,7 dS m<sup>-1</sup>) e quatro combinações de adubação com nitrogênio e potássio (70/50, 100/75, 130/100, 160/125% da dose recomendada de Novais et al. (1991), com três repetições. O aumento na salinidade da água de irrigação reduziu a síntese de pigmentos fotossintéticos e o crescimento de plantas do algodoeiro cv. BRS 368 RF, aos 45 e 75 DAS. O fornecimento de 100/75% de nitrogênio e potássio respectivamente, promoveu a maior altura de plantas do algodoeiro cv. BRS 368 RF, aos 75 dias após o semeio.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum*L., estresse salino, adubação mineral.

## **PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND LIVESTOCK GROWTH UNDER SALT STRESS AND FERTILIZATION WITH NK**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the photosynthetic pigments and growth of the BRS 368 RF cotton subjected to saline stress and nitrogen and potassium fertilization under greenhouse conditions CTRN / UFPA Campina Grande-PB. The treatments were distributed in randomized blocks, consisting of five levels of electrical conductivity of CEa (0.7, 2.2, 3.7, 5.2 and 6.7 dS m<sup>-1</sup>) and four dose combinations of nitrogen and potassium (70/50, 100/75, 130/100, 160/125% of the recommended dose for potting) with three replicates. The increase in the salinity of the irrigation water reduces the growth and the Chlorophyll a (Cl a) and b (Cl b) of plants of the cv. BRS 368 RF at 45 and 75 DAS. The supply of 100/75% of nitrogen and potassium respectively, promotes higher plant height of cotton cv. BRS 368 RF.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L., saline stress, mineral fertilization.

## **INTRODUÇÃO**

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das principais culturas exploradas no Brasil, principalmente para a produção de fibra, principal matéria-prima da indústria têxtil brasileira e mundial (OLIVEIRA et al., 2012). No Nordeste Brasileiro, a área de cultivo de algodoeiro é muito pequena, em razão da baixa produtividade e competitividade ocasionada por vários fatores, dentre os quais destacam-se a desorganização da cadeia produtiva na região, a ocorrência de déficit hídrico com elevada frequência, baixa adoção de tecnologia, como a mecanização, o que aumentou os custos com mão de obra, que atualmente está se tornando escassa e cara (EMBRAPA, 2017).

Na região semiárida do Nordeste Brasileiro, a salinidade é um dos principais fatores ambientais limitantes do crescimento e da produtividade das culturas, uma vez que as altas concentrações de sais no solo, além de reduzir o seu potencial hídrico, dificultando a absorção de água pelas plantas, podem

provocar efeitos tóxicos, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2009). Várias estratégias foram desenvolvidas em diversos países, na tentativa de minimizar os efeitos depressivos às plantas, dos sais contidos tanto nos solos quanto na água de irrigação.

A adubação, sobretudo com nitrogênio e potássio destacam-se como importante técnica capaz de amenizar os efeitos decorrentes do estresse salino sobre as plantas (SILVA et al., 2011). O nitrogênio e o potássio estão relacionados pela função do potássio na ativação da enzima redutase do nitrato.

Venkajesan; ganapathy (2004) relatam uma correlação positiva entre a atividade da enzima redutase do nitrato e a fertilização potássica. Além disso, o potássio participa de diversas fases do metabolismo, como na reação de fosforilação, síntese de carboidratos, proteínas, respiração e regulação da abertura e fechamento de estômatos. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os pigmentos fotossintéticos e o crescimento do algodoeiro cv BRS 368 RF em função da irrigação com águas salinas e a combinação de adubação com nitrogênio e potássio.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem em condições de casa-de-vegetação no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), situado pelas coordenadas geográficas locais 7° 15' 18" latitude S, 35° 52' 28" de longitude W e altitude de 550 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, usando o arranjo fatorial 5 x 4 cujos tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,7; 2,2; 3,7; 5,2 e 6,7 dS m<sup>-1</sup>) e quatro combinações das doses de nitrogênio e potássio (70/50, 100/75, 130/100, 160/125%). A dose referente a 100% correspondeu 100 mg kg<sup>-1</sup> de N e 150 mg kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, conforme indicação de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos.

As águas de irrigação nos respectivos valores de condutividade elétrica foram preparadas diluindo-se os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, respectivamente, em água de abastecimento (CEa = 0,6 dS m<sup>-1</sup>) no município de Campina Grande, PB, com base na relação entre CEa e a concentração de sais (10\*mmolc L<sup>-1</sup> = CEa dS m<sup>-1</sup>) extraída de Richards (1954). Após preparação e calibração da CEa, utilizando-se de um condutímetro portátil, a água salina foi armazenada em vasos plásticos de 200 L de capacidade, devidamente protegida, de modo a se evitar a evaporação.

Foram utilizados lisímetros de drenagem de 20 L de capacidade para o cultivo das plantas. Na base inferior de cada lisímetro foi instalado um dreno utilizando-se uma mangueira com 4 mm de diâmetro para a drenagem do lixiviado em recipiente e avaliação da água drenada e determinação do consumo de água pelas plantas. A extremidade do dreno no interior do vaso foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo.

Utilizaram-se neste estudo a cultivar de algodoeiro BRS 368 RF é um cultivar transgênica resistente ao herbicida glifosato, com rendimento de fibra de 40% e potencial produtivo entre 4.200 a 4.500 kg/ha, Cultivar de porte baixo e ciclo de médio a precoce, com abertura da primeira flor aos 55 dias e ciclo total de 165 a 170 dias (EMBRAPA, 2011). Antes de se realizar a semeadura, o teor de umidade foi elevado a capacidade de campo.

Avaliaram-se os efeitos dos distintos níveis salinos e da combinação de nitrogênio e potássio sobre os pigmentos fotossintéticos e o crescimento do algodoeiro cv. BRS 368 RF, aos 45 e 75 dias após o semeio (DAS), através da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC). A AP foi obtida tomando-se como referência a distância do colo da planta até a inserção do meristema apical. O DC foi medido a 2 cm do colo da planta.

Aos 75 DAS avaliaram-se os teores de clorofila a (*Cl a*) e b (*Cl b*), carotenóides (Car), seguindo o método laboratorial desenvolvido por Arnon (1949), por meio de amostras de 5 discos do limbo da terceira folha madura a partir do ápice do ramo quaternário. A partir dos extratos foram determinadas as concentrações de clorofila e carotenóides nas soluções por meio do espectrofotômetro no comprimento de onda de absorvância (ABS) (470, 646, e 663 nm), por meio das equações: Clorofila a (*Cl a*) = 12,21 ABS663 – 2,81 ABS646; Clorofila b (*Cl b*) = 20,13 A646 – 5,03 ABS663; Carotenóides totais (Car) = (1000 ABS470 – 1,82 *Cl a* – 85,02 *Cl b*)/198. Os valores obtidos para os teores de clorofila a, b e carotenóides nas folhas foram expressos em µm cm<sup>2</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativo, foi realizada a análise de regressão poligonal para o fator níveis de salinidades da água e o teste de

comparação de médias (Tukey a 0,05 de probabilidade) para proporções de nitrogênio e potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos estudos de regressão (Figura 1A) constata-se que houve efeito linear e decrescente ( $p < 0,01$ ) em função dos distintos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a altura de plantas, com diminuição de 8,12 e 10,09% por aumento unitário da CEa, respectivamente, aos 45 e 75 DAS. Verifica-se efeito menos degenerativo dos sais sobre a AP nos primeiros 45 DAS, por outro lado, a partir dos 75 DAS houve intensificação do estresse sobre a cultura obtendo-se maior declínio em relação a primeira época de avaliação. De acordo com Andrade Júnior et al. (2011), a salinidade afeta a absorção de água e o crescimento das plantas, devido à redução no potencial hídrico da solução externa por meio do efeito osmótico dos sais, especialmente o  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (OLIVEIRA et al., 2012).

A altura de planta do algodoeiro (Figura 1B) se diferenciou significativamente ( $p < 0,01$ ) em decorrência da aplicação das diferentes combinações de nitrogênio e potássio. Deste modo, verifica-se que as plantas que receberam 100/75% de nitrogênio e potássio apresentaram maior AP (59,73 cm), diferindo de forma significativa em relação às que estavam submetidas ao tratamento 160/125% equivalente a uma AP de (51,14 cm). Por outro lado, a AP das plantas submetidas à adubação com 75/50; 100/75 e 130/100 % de nitrogênio e potássio não diferiram estatisticamente entre si. A diminuição possivelmente está relacionada na absorção competitiva dos íons, em que este nutriente é frequentemente absorvido por muitas espécies em quantidades superiores às necessárias, e nessas condições o excesso de K pode interferir na absorção de outros cátions pelas culturas, principalmente quando competem pelos mesmos sítios de absorção nos tecidos radiculares, inibindo a absorção de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  (MEURER, 2006).

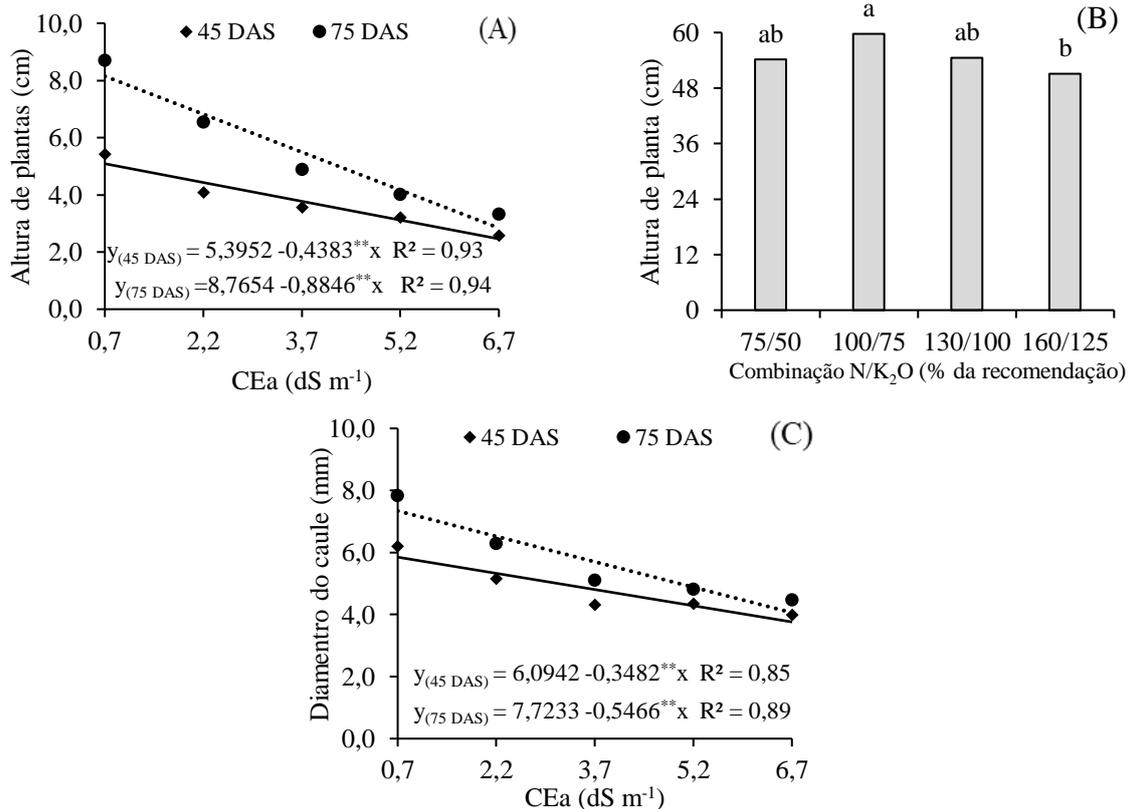


Figura 1. Altura de plantas do algodoeiro cv BRS 368 RF em função da salinidade da água de irrigação – CEa (A) e da combinação da adubação nitrogenada e potássica (B) e diâmetro do caule, em função da CEa, aos 45 e 75 DAS.

Quanto ao diâmetro do caulinar (Figura 1B), observa-se que os níveis salinos das águas de irrigação exerceram efeito significativo ( $p < 0,01$ ), cujo o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados foi o linear decrescente, sendo as reduções de 0,34 e 0,54 mm, correspondentes ao declínio de 5,71 e 7,07%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação,

aos 45 e 75 DAS. De acordo com Zeiger et al. (2017), os processos fisiológicos são afetados pelo estresse hídrico haja vista que em condição de menor disponibilidade de água as plantas mantêm suas células das zonas de crescimento em condições de flacidez reduzindo o coeficiente da divisão celular e a expansão das células prejudicando o crescimento e o diâmetro do caule das plantas.

A clorofila *a* (*Cl a*) do algodoeiro (Figura 2A), também foi influenciada negativamente pelo o incremento dos níveis salinos da água de irrigação, sendo a redução de 19,17% por aumento unitário da CEa, correspondendo a um declínio de 76,69% das plantas irrigadas com 6,7 dS m<sup>-1</sup> em relação às que estavam sob irrigação com água de menor nível salino (0,7 dS m<sup>-1</sup>). Contudo, a diminuição na síntese de clorofila *a* (*Cl a*), em consequência da escassez hídrica e/ou do acúmulo de sais nos tecidos vegetais, não podem ser interpretadas apenas do ponto de vista dos efeitos deletérios inerentes às consequências desse efeito ao metabolismo vegetal, pois o declínio nos teores de clorofila *a* pode ser uma reposta aclimatação à atuação dos agentes estressantes, adotada por parte dos vegetais, na tentativa de conservar energia e, conseqüentemente, captar menos energia luminosa, evitando, dessa forma, eventuais estresses foto-oxidativos (TABOT; ADAMS, 2013).

Com relação à variável clorofila *b* (Figura 2B), verifica-se a partir da equação de regressão efeito linear decrescente com redução na ordem de 19,21% por aumento unitário da salinidade de água de irrigação, ou seja, as plantas submetidas à CEa de 6,7 dS m<sup>-1</sup>, apresentaram uma diminuição de 76,84% em comparação às irrigadas com 0,7 dS m<sup>-1</sup>. A redução do teor de clorofila *b*, nas plantas de algodoeiro submetidas à salinidade da água, ocorre devido ao aumento da síntese da enzima clorofilase, que atua na degradação das moléculas deste pigmento fotossintetizante (FREIRE et al., 2013).

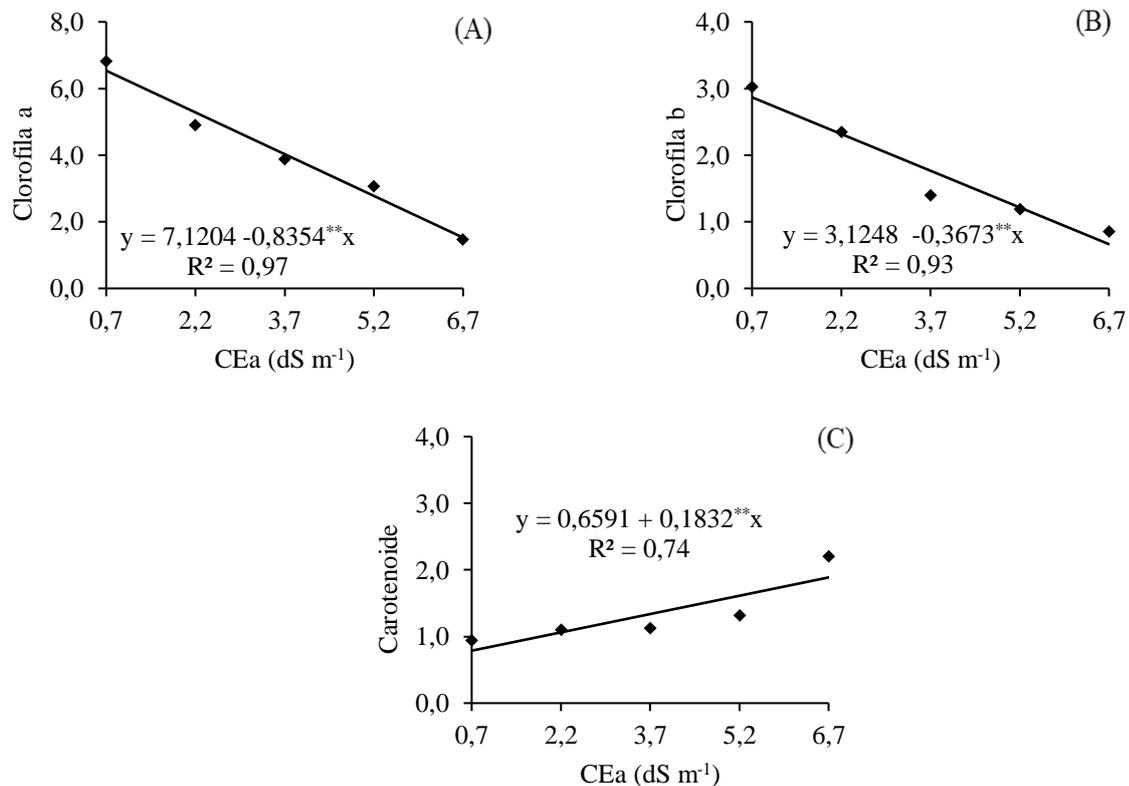


Figura 2. Clorofila *a* (A) e *b* (B), carotenóides (C) do algodoeiro cv BRS 368 RF, em função da salinidade da água de irrigação – CEa, aos 75 DAS.

O teor de carotenóides (Car) aumentou de forma linear em função da irrigação com os níveis salinos crescentes e de acordo com a equação de regressão (Figura 2C) constata-se incrementos de 27,79% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas que foram submetidas a irrigação com CEa de 6,7 dS m<sup>-1</sup> apresentaram incremento do teor de carotenóides (Car) de 58,26% em relação as que estavam sob menor nível salino (0,7 dS m<sup>-1</sup>). Tal situação é de suma importância para os cultivos sob condições de salinidade, pois os carotenóides agem no combate aos radicais livres produzidos em maior quantidade quando a planta se encontra sob condição

de estresse. Motomiya et al. (2009) mencionam que em tal condição há aumento nas concentrações de carotenoides e redução na produção de clorofila, o que causa menor absorção de energia pelas folhas e, portanto, um aumento na refletância visível, caracterizado pela cor amarela ou clorótica das plantas.

## CONCLUSÃO

O aumento na salinidade da água de irrigação provocou redução na clorofila e aumento nos carotenoides das plantas do algodoeiro cv. BRS 368 RF, aos 75 DAS.

O fornecimento de 100/75% de nitrogênio e potássio respectivamente, promove a maior altura de plantas do algodoeiro cv. BRS 368 RF.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, F. R. A.; Freire, A. G.; Soares, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.2, p.279-287, 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Algodão colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. 2011. 2p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnico, 17).
- Silva, E.N., Silveira, J.A.G., Rodrigues, C.R.F., Lima, C.S., Viégas, R.A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-mansão submetido à salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.1, 437-445. 2009.
- 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*, v.15, n.4, p.383–389, 2011.
- VENKATESAN, S.; GANAPATHY, M. N.K. Nitrate reductase activity in tea as influenced by various levels of nitrogen and potassium fertilizers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.35, n.9-10, p.1283-1291, 2004.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.160p. Handbook 60.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, n.1, p.1-15, 1949.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.2, p.1039-1042. 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, p. 110 - 119, 2011.
- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, F. R. A.; Freire, A. G.; Soares, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.2, p.279-287, 2012.
- MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (ed.) *Nutrição mineral de plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.281-299. 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.
- TABOT, P.T.; ADAMS, J.B. Early responses of *Bassia diffusa* (Thunb.) Kuntze to submergence for different salinity treatments. *South African Journal of Botany*, v. 84, n.3, p. 19–29, 2013.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.
- MOTOMIYA, A. V. A.; MOLIN, J. P.; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 2, p. 137–145, 2009.