

TROCAS GASOSAS DO ALGODOEIRO COLORIDO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES FENOLOGICAS NO SEGUNDO CICLO PRODUTIVO

CHARLES MACEDO FÉLIX¹, RUBENS DE SOUSA GONÇALVES¹, LUDERLÂNDIO DE ANDRADE SILVA², LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES³, REGINALDO GOMES NOBRE⁴

¹Graduandos em Agronomia, UFCG, Pombal-PB, charlesmacedo072@gmail.com; rubenssg20@gmail.com.

²Pós-Doutorado Junior (PDJ) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande-PB, luderlandioandrade@gmail.com.

³Profa. CCTA – UAGRA, UFCG, Pombal-PB, lauriane.almeida@professor.ufcg.edu.br.

⁴Dr. Prof. Associado III de PPGMSA/UFERSA, Caráúbas - RN, reginaldo.nobre@ufersa.edu.br

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas e o número de capulhos de genótipos de algodoeiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas, no segundo ciclo de produção. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso e esquema fatorial 3×10 sendo três genótipos de algodão de fibra colorida ('BRS Rubi', 'BRS Jade' e 'BRS Safira') e dez estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas da cultura. A irrigação com 40% da necessidade hídrica durante as fases de floração e frutificação não comprometeu as trocas gasosas dos genótipos BRS Jade e BRS Safira.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., escassez hídrica, fisiologia.

COLORED COTTON GAS EXCHANGE UNDER WATER DEFICIT IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the gas exchange and the number of bolls of cotton genotypes under water stress in the phenological phases, in the second production cycle. The experiment was carried out at the Agrifood Science and Technology Center belonging to the Federal University of Campina Grande, Pombal, Paraíba. The design used was randomized blocks and a 3×10 factorial scheme, with three genotypes of colored fiber cotton ('BRS Rubi', 'BRS Jade' and 'BRS Safira') and ten strategies for managing water deficit in the phenological phases of culture. Irrigation with 40% of the water requirement during the flowering and fruiting phases did not affect the gas exchange of the BRS Jade and BRS Safira genotypes.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., water scarcity, physiology.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é considerado uma cultura de grande importância no mundo, tendo o Brasil como um dos seus principais produtores e consumidores, estando entre os cinco maiores produtores do mundo, ao lado de países como a China, Índia, EUA e Paquistão. Além disso, o Brasil também se destaca como um dos principais consumidores e exportadores do algodão em pluma (ABRAPA, 2022). Destacando-se as regiões do Cerrado, Centro-Oeste e Nordeste com 97,8% da produção nacional (CONAB 2021).

No mundo, vários fatores podem interferir no desenvolvimento e produção agrícola, destacando-se a ocorrência de secas. No Brasil, a baixa disponibilidade de água e a grande variação na distribuição da precipitação gera um déficit hídrico na maioria das regiões produtoras (Zonta et al., 2017). Mesmo o algodoeiro sendo considerada uma cultura tolerante a seca, sua produtividade pode ser afetada de forma significativa, quando exposto a altas temperaturas e períodos de estiagem (Rodrigues et al., 2016; Zonta et al., 2017).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o número de capulhos de algodoeiro colorido sob déficit hídrico nas fases fenológicas, no segundo ciclo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de julho de 2021 a novembro de 2021, em casa-de-vegetação, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3×10 , sendo três genótipos de algodoeiro ('BRS Rubi', 'BRS Topázio' e 'BRS Safira') e dez estratégias de manejo da irrigação, com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 180 plantas.

No segundo ciclo de produção, as sementes produzidas no primeiro ciclo sob irrigação com 100% (irrigação plena) e 40% (estresse hídrico) da necessidade hídrica, foram semeadas para o novo ciclo, submetendo-se os algodoeiros às mesmas condições de irrigação, variando a fase fenológica. Foram utilizadas as sementes provenientes das plantas das seguintes estratégias de manejo do primeiro experimento: 1- $A_1B_1C_1$ (irrigação plena em todo o ciclo); 3- $A_1B_2C_1$ (estresse hídrico na floração); 4- $A_1B_1C_2$ (estresse hídrico na formação da produção) e 7- $A_1B_2C_2$ (estresse hídrico na floração e na formação da produção).

Neste segundo ciclo, foram dez estratégias de manejo da irrigação, variando fases em que as plantas foram irrigadas (100% das necessidades hídricas) e fases com estresse hídrico (40%), segundo as seguintes combinações: 1- plantas oriundas de $A_1B_1C_1$ foram submetidas à irrigação plena durante todo o ciclo (1.E0); 2- plantas oriundas de $A_1B_2C_1$ foram submetidas à irrigação plena em todo o ciclo (2.E0); 3- plantas provenientes de $A_1B_2C_1$ foram submetidas ao estresse hídrico na fase vegetativa (3.EV); 4- plantas provenientes de $A_1B_2C_1$ foram submetidas ao estresse hídrico na fase de floração (4.EFL); 5- plantas oriundas de $A_1B_1C_2$ foram submetidas à irrigação plena em todo o ciclo (5.E0); 6- plantas provenientes de $A_1B_1C_2$ passaram por estresse hídrico na fase vegetativa (6.EV); 7- plantas oriundas de $A_1B_1C_2$ passaram por estresse hídrico na fase de frutificação (7.EFR); 8- plantas oriundas de $A_1B_2C_2$ foram submetidas à irrigação plena em todo o ciclo (8.E0); 9- plantas oriundas de $A_1B_2C_2$ foram submetidas a estresse hídrico na fase vegetativa (9.EV); e 10- plantas provenientes de $A_1B_2C_2$ passaram por estresse hídrico na floração e na frutificação (10.EFF).

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros de drenagem) com 100 L de capacidade, os quais foram preenchidos com uma camada de 3 cm de brita e cobertos com tela de polipropileno, logo depois preenchido como solo de textura franco-arenosa. As adubações foram realizadas com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando-se de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

As sementes dos genótipos de algodoeiro colorido ('BRS Rubi'; 'BRS Jade' e 'BRS Safira') utilizadas foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA) da Embrapa Algodão, foram usadas cinco sementes por recipiente a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; antes da semeadura, foi determinado o volume necessário de água para o solo atingir a capacidade de campo através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem. Após a semeadura, as irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente, o volume de água correspondente a cada tratamento (40% e 100% de reposição hídrica), determinado pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 10%, a cada 20 dias.

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 114 dias após a semeadura (DAS), sendo determinada a condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). Tais medidas foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, em um Analisador Portátil de Fotossíntese da LiCor, modelo LI-6400XT.

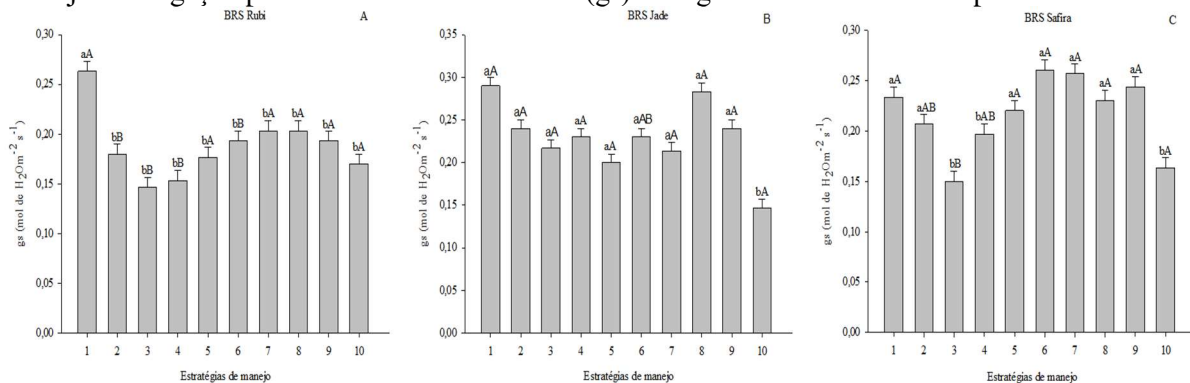
Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F', nos casos de significância, foi realizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os dados relativos aos genótipos, e teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para as estratégias de manejo de irrigação (Ferreira, 2011). Para aplicação desses testes foi utilizado o programa Sisvar, versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o desdobramento da interação entre as estratégias de manejo e genótipos de algodoeiro colorido para a condutância estomática (Figura 1) observa-se que para os genótipos BRS Rubi e BRS Safira ocorreram decréscimos da condutância estomática quando irrigados com 40% da necessidade hídrica para as estratégias T3, T4 e T10, as quais correspondem a fase vegetativa, floração e floração/frutificação, com decréscimo de 44,33%, 41,78% e 35,44% respectivamente, quando

comparadas a plantas irrigadas com 100% da necessidade hídrica (estratégia T1) para BRS Rubi (Figura 1A)'. Já as estratégias T2, T5, T6, T7, T8 e T9 não se diferenciaram estatisticamente nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira. Diferentemente o BRS Jade, nas estratégias T3 e T4 para o valor de g_s , obtiveram resultados estatisticamente iguais, sendo observado médias de 0,22 e 0,23 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente. A redução da condutância estomática se caracteriza como efeito direto de estresses sofridos pela planta, principalmente o déficit hídrico, esse estresse quando sofrido em épocas importantes do desenvolvimento da planta, como na fase vegetativa e, principalmente na floração e frutificação forçam a planta a diminuição da abertura estomática. Isso gera efeito direto na abertura estomática, diminuição do fluxo normal de CO_2 e também a fotossíntese sendo a água um dos fatores essenciais para a regulação da abertura desses estômatos (Bosco et al., 2009).

Figura 1. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para condutância estomática (g_s) do algodoeiro aos 114 dias após a semeadura.



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p \leq 0,05$); entre os genótipos, barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$). Estratégias 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10 indicam tratamentos 1 – E0; 2 – E0; 3 – EV; 4 – EFL; 5 – E0; 6 – EV; 7 – EFR; 8 – E0; 9 – EV; 10 – EFF.

O fechamento estomático comprometeu a transpiração foliar (E), podendo ser observado na BRS Rubi submetido às estratégias T3, T4, T6 e T10, com as menores E correspondentes a 3,59; 3,57; 3,98 e 3,67 $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 2A), fato esse também observado para o BRS Safira (Figura 2C). Já para o BRS Jade é possível notar uma redução nas estratégias T4, T7 e T10 quando comparadas a estratégia T1 (100% da necessidade hídrica) (Figura 2B). O déficit hídrico reduzir a abertura estomática para que não perca água para o ambiente, reduzindo assim suas taxas de transpiração (Taiz et al., 2017).

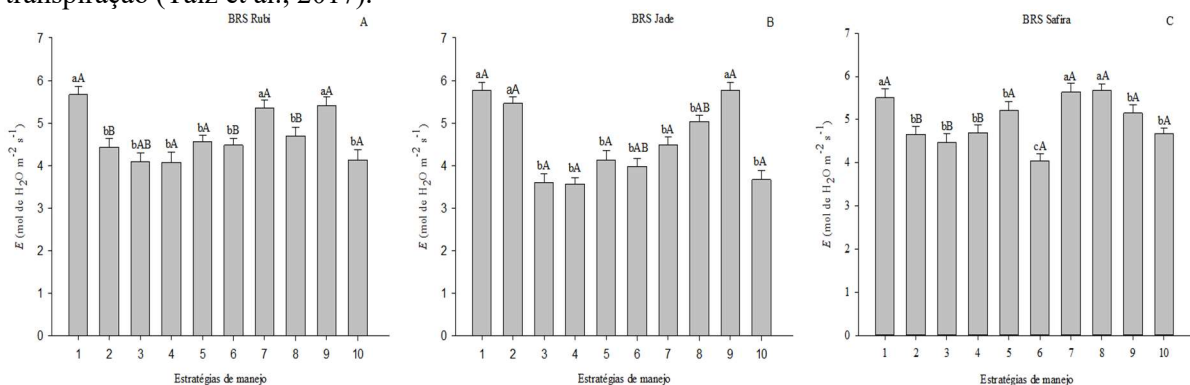
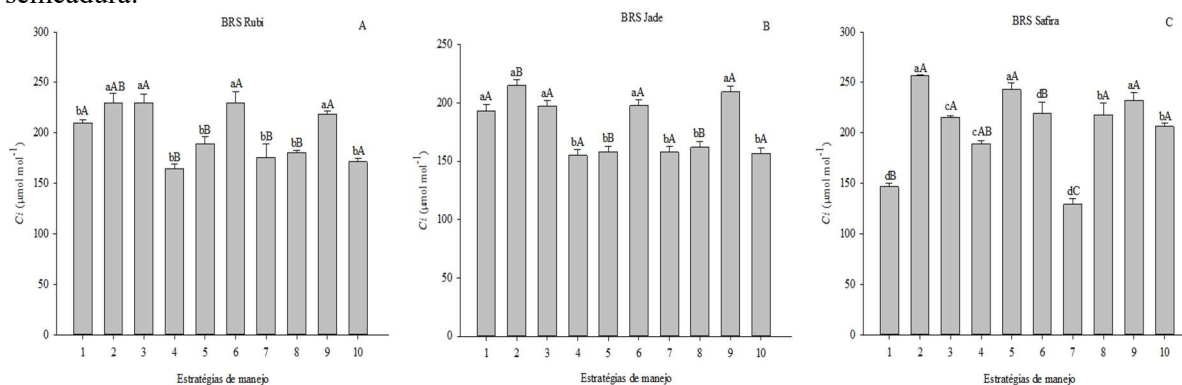


Figura 2. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para transpiração (E) do algodoeiro aos 114 dias após a semeadura.

Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p \leq 0,05$); entre os genótipos, barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$). Estratégias 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10 indicam tratamentos 1 – E0; 2 – E0; 3 – EV; 4 – EFL; 5 – E0; 6 – EV; 7 – EFR; 8 – E0; 9 – EV; 10 – EFF.

Para concentração interna de CO₂ em função da interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico, constata-se as maiores médias nas plantas sob déficit hídrico na fase vegetativa com médias de 223,66 e 222,33 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para os genótipos BRS Rubi e BRS Safira, respectivamente (Figuras 3A e 3C). Já para a BRS Jade seguindo a mesma tendência observada na condutância estomática e transpiração nas estratégias T4, T7 e T10 com os menores valores 155, 157,66 e 156,66 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ (Figura 3B). A maior concentração interna de CO₂ nas plantas sob déficit hídrico na fase vegetativa expõe a capacidade de recuperação das plantas quando retomada a irrigação com 100% da necessidade hídrica nas fases de desenvolvimento seguintes. Porém, quando o déficit hídrico ocorre nas fases de floração e frutificação ocorrem reduções nas trocas gasosas do algodoeiro visando a redução na perda de água para o ambiente (Shimazaki et al., 2007).

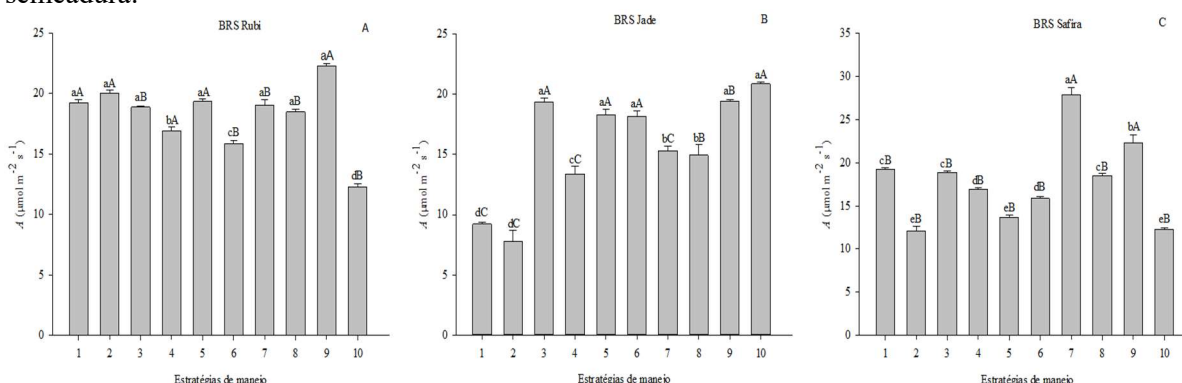
Figura 3. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para concentração interna de CO₂ (C_i) do algodoeiro aos 114 dias após a semeadura.



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p \leq 0,05$); entre os genótipos, barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$). Estratégias 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10 indicam tratamentos 1 – E0; 2 – E0; 3 – EV; 4 – EFL; 5 – E0; 6 – EV; 7 – EFR; 8 – E0; 9 – EV; 10 – EFF.

Para taxa de assimilação de CO₂ foram observadas reduções, onde o genótipo BRS Rubi teve decréscimos de 14,09%, 15,7% e 37,8% para as estratégias T4, T6 e T10 respectivamente, sendo observadas uma maior redução para as estratégias do genótipo BRS Safira tendo apenas a estratégia T7 com acréscimo de 45,01% quando comparado a estratégia T1 (100% da necessidade hídrica). Já para BRS Jade o decréscimo foi observado para as estratégias T4, T5, T8 e T10 com uma redução média de 15,9% quando essas comparadas a estratégia irrigada com 100% da necessidade hídrica.

Figura 4. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para taxa de assimilação de CO₂ (A) do algodoeiro aos 114 dias após a semeadura.



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p \leq 0,05$); entre os genótipos, barras com a mesma letra maiúscula indicam que as médias não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$). Estratégias 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10 indicam tratamentos 1 – E0; 2 – E0; 3 – EV; 4 – EFL; 5 – E0; 6 – EV; 7 – EFR; 8 – E0; 9 – EV; 10 – EFF.

Os baixos níveis de taxa de assimilação de CO₂ para a maioria das estratégias observados referente aos genótipos BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira, tem como principal fator o fechamento dos estômatos gerado pelo estresse hídrico aplicado nas diferentes fases de desenvolvimento desses três genótipos. Onde um dos principais mecanismos de defesa das plantas sobre déficit hídrico é o fechamento de seus estômatos, afetando negativamente a taxa de assimilação de CO₂ (Silva et al., 2017).

CONCLUSÃO

A irrigação com 40% da necessidade hídrica durante as fases de floração e frutificação não comprometeu as trocas gasosas dos genótipos BRS Jade e BRS Safira.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa ao primeiro autor e a UFCG pelo fornecimento da área experimental.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. Algodão no Brasil. Disponível em: Acesso em: 05 ago. 2022.
- Almeida, E. S. A. B. de; Pereira, J. R.; Azevedo, C. A. V. de; Araújo, W. P.; Zonta, J. H.; Cordão, M. A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: Produção. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 13, p. 22-28, 2017. Bosco, M. R. O.; Oliveira, A. B.; Hernandez, F. F. F.; Lacerda, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. Revista Ceres, v.56, p.296-302. 2009.
- Aquino, L. A.; Aquino, R. F. B. A.; Silva, T. C.; Santos, D. F.; Berger, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 4, p. 355- 361, 2012.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 7, safra 2019/20, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro. 2021.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- Novais, R.F., Neves, J. C. L., Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. 1991. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Embrapa-SEA. Brasília, BRA. 1991. p. 189-253.
- Rodrigues, J. D.; Silva, C. R. C.; Pereira, R. F.; Ramos, J. P. C.; Melo Filho, P. A.; Cavalcanti, J. J. V.; SANTOS, R. C. Characterization of waterstress tolerant cotton cultivars based on plant growth and in activity of antioxidant enzymes. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3763-3770, 2016
- Shimazaki, K. I.; Doi, M.; Assmann, S. M.; Kinoshita, T. Light regulation of stomatal movement. Annual Review of Plant Biology, v.58, n.4 p.219-247, 2007.
- Silva, A. R. A., Bezerra, F. M. L., de Lacerda, C. F., de Sousa, C. H. C., Chagas, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. Revista Agro@ambiente, v.10, n.4, p.317-325, 2017.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- Zonta, J. H.; Brandão, Z. N.; Rodrigues, J. I. S.; Sofiatti, V. Cotton response to water deficits at different growth stages. Revista Caatinga, v. 30, n. 4, p. 98, 2017