

TROCAS GASOSAS DO ALGODOEIRO COLORIDO, CV. BRS RUBI, IRRIGADO COM ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO

Karen Geovana da Silva Carlos¹, Vinícius de Lima Dias², Francisco Canindé Gondim de França Junior³, Francisco Valdegones Selino Caruca⁴, Giselly Emilly Gonçalves Queiroz⁵, Francimar Maik da Silva Morais⁶

RESUMO: A água produzida da indústria do petróleo é uma fonte hídrica com potencial para ser utilizada na produção agrícola, principalmente para culturas que não sejam destinadas ao consumo humano ou animal. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da água produzida de petróleo sobre as trocas gasosas do algodoeiro de pluma naturalmente colorida, BRS Rubi. O experimento foi realizado seguindo o delineamento em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por 5 tipos de água obtidas pela mistura de três fontes, sendo uma água abastecimento do campus da UFERSA (AA) e duas fornecidas por empresas do ramo de petróleo (AP1 e AP2): A1 - 100%AA, A2 - 100%AP1, A3 - 100%AP2, A4 - 50%AA + 50%AP1, A5 - 50%AA + 50%AP2, sendo utilizado o sistema de irrigação por gotejamento. Cada repetição foi representada por dois vasos plásticos com capacidade para 20 litros, com uma planta em cada, totalizando 40 vasos. Foi feita semeadura direta com a cultivar BRS Rubi. Nas plantas, a análise de trocas gasosas realizou-se utilizando um medidor portátil IRGA as seguintes variáveis: transpiração (E); condutância estomática (gs); fotossíntese (A); concentração intercelular de CO₂ (Ci); eficiência intrínseca do uso da água (EiUa) e eficiência de carboxilação (EiCi). Exceto para a EiCi, todas as demais variáveis foram afetadas pelas águas de irrigação. A água produzida oriunda da empresa AP1 por apresentar elevada salinidade reduz as trocas gasosas do algodoeiro de pluma naturalmente colorida. A água produzida da empresa AP2 apresenta baixa salinidade e pode ser usada na irrigação do algodoeiro colorido sem danos aos processos fotossintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L.; Reuso industrial; Estresse hídrico.

¹ Pós-graduanda, Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, CEP 59625-900, Mossoró, RN. Fone (84) 997079660. e-mail: karengiovana19@gmail.com

² Pós-graduando, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Pós-graduando, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Graduando, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵ Graduanda, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN

⁶ Pós-graduando, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN.

GAS EXCHANGE IN COLORED COTTON, CV. BRS RUBI, IRRIGATED WITH PRODUCED WATER FROM PETROLEUM

ABSTRACT: Produced water from the oil industry is a water resource with potential for use in agricultural production, especially for crops not intended for human or animal consumption. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of oil-produced water on the gas exchange of the naturally colored cotton cultivar, BRS Rubi. The experiment was conducted in a randomized block design with 5 treatments and 4 replications. The treatments consisted of 5 types of water obtained by mixing three sources: one from the UFERSA campus water supply (AA) and two provided by oil industry companies (AP1 and AP2): A1 - 100%AA, A2 - 100%AP1, A3 - 100%AP2, A4 - 50%AA + 50%AP1, A5 - 50%AA + 50%AP2. A drip irrigation system was used. Each replication consisted of two 20-liter plastic pots, each with one plant, totaling 40 pots. Direct sowing was carried out using the BRS Rubi cultivar. Gas exchange measurements were performed using a portable IRGA, evaluating the following variables: transpiration (E); stomatal conductance (gs); photosynthesis (A); intercellular CO₂ concentration (C_i); intrinsic water use efficiency (EiUa); and carboxylation efficiency (EiC_i). Except for EiC_i, all other variables were affected by the irrigation water. Produced water from company AP1, due to its high salinity, reduced gas exchange in the naturally colored cotton. Produced water from company AP2, with low salinity, can be used for irrigating colored cotton without damaging photosynthetic processes.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L.; Industrial reuse; Water stress.

INTRODUÇÃO

Na região nordeste a maior parte do petróleo produzido é oriundo de poços terrestres. No Rio Grande do Norte a maior parte dos campos de produção de petróleo e gás localizados na sua região semiárida são classificados como maduros, sendo uma das principais características a produção de grandes volumes de água produzida (AP) juntamente com o óleo. Além disso, o petróleo é o fluido de interesse econômico e neste caso a água não possui nenhum valor comercial (Assunção et al., 2020).

De acordo com Costa (2018), quando adequadamente tratada, a água produzida pode-se tornar uma alternativa para irrigar culturas cujos produtos não se destinam diretamente ao consumo humano ou animal, como é o caso do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) podendo ser

destinado para a produção de pluma ou de biocombustível. No Brasil, o cultivo de algodão irrigado na região semiárida é uma ótima oportunidade para o setor algodoeiro, visto que devido às características climáticas na região semiárida são produzidas fibras de ótima qualidade, e em áreas irrigadas são alcançadas excelentes produtividades (Brito et al., 2011). No entanto, dependendo da formação do solo essas águas produzidas variam quanto a quantidade de sais dissolvidos (Figueredo et al., 2014). Com isso, deve-se dar atenção na escolha de culturas tolerantes a salinidade, a exemplo do algodoeiro, que apresenta salinidade limiar entre 3,5 dS m⁻¹ e 7,7 dS m⁻¹ (Ayers & Westcot, 1999).

Dentre os efeitos do estresse salino nas plantas destaca-se alterações fisiológicas, especialmente no processo de trocas gasosas, como na transpiração, condutância estomática, fotossíntese, concentração intercelular de CO₂, eficiência intrínseca do uso da água e eficiência de carboxilação. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da água produzida de petróleo sobre as trocas gasosas do algodoeiro de pluma naturalmente colorida, BRS Rubi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Oeste, localizada na BR 110, km 47, no município de Mossoró-RN. O experimento foi realizado seguindo o delineamento em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por 5 tipos de água obtidas pela mistura de três fontes, sendo uma água abastecimento do campus da UFERSA (AA) e duas fornecidas por empresas do ramo de petróleo (AP1 e AP2): A1 - 100%AA (0,5 dS m⁻¹), A2 - 100%AP1 (5,0 dS m⁻¹), A3 - 100%AP2 (1,0 dS m⁻¹), A4 - 50%AA + 50%AP1 (2,5 dS m⁻¹), A5 - 50%AA + 50%AP2 (0,6 dS m⁻¹).

Cada repetição foi representada por dois vasos plásticos com capacidade para 20 litros, com uma planta em cada, totalizando 40 vasos. O espaçamento utilizado no experimento é de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas. O solo utilizado foi coletado Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à UFERSA, localizada no distrito de Alagoinha, em Mossoró - RN, e classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico (Costa Filho et al., 2019). Foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento independente para cada tipo de água, contendo: 5 caixas d'água, 5 motobomba, mangueiras laterais de 16mm e gotejador do

tipo microtubo para cada vaso, com vazão $5,0 \text{ L h}^{-1}$. Foi feita semeadura direta com a cultivar BRS Rubi, sendo 3 sementes por vaso, na profundidade de 2 cm. 10 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando uma planta por vaso.

A análise de trocas gasosas foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de frutificação, aos 49 DAS, utilizando um medidor portátil IRGA, modelo LCI System ADC, (Bioscientific Ltd. Hoddesdon, UK), na quarta folha totalmente expandida a partir do ápice da planta, abaixo da inflorescência. Nas medições, sempre realizadas entre 9 e 10 h da manhã, foram padronizadas as seguintes condições dentro da câmara do IRGA: densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos de $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$; DPV de $1,0 \pm 0,2 \text{ kPa}$; e concentração parcial externa de CO_2 ambiente de aproximadamente 38 Pa. Foram analisadas as seguintes variáveis: transpiração (E); condutância estomática (gs); Fotossíntese (A); concentração intercelular de CO_2 (C_i); eficiência intrínseca do uso da água (E_iU_a) e eficiência de carboxilação (E_iC_i). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as medias comparadas entre si pelo teste Tukey. As análises foram feitas usando o programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exceto para variável E_iC_i , todas as variáveis foram afetadas pelos tratamentos aplicados. As variáveis transpiração (E); condutância estomática (gs); taxa de assimilação de CO_2 (A); concentração intercelular de CO_2 (C_i) foram reduzidas quando as plantas foram irrigadas apenas por 100% AP1, ocorrendo perdas de 53,7; 62,4; 21,2 e 11,4%, para E (Figura 1A), gs (Figura 1B), A (Figura 1C) e C_i (Figura 1D), respectivamente, em comparação com valores obtidos com a água de abastecimento. Verifica-se ainda que não houve diferença significativa entre a água de abastecimento e as águas 100%AP2 e 50%AA+50%AP2. Além disso, quando utilizou a mistura entre AA e AP1 (50%AA+50%AP1) houve aumento nessas variáveis. Os menores valores obtidos quando utilizou-se exclusivamente 100%AP1 ocorreu em virtude da maior salinidade apresentada por essa fonte hídrica ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$).

Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Dias et al. (2020), os quais também observaram redução nas variáveis E, gs e A em algodoeiro submetido ao estresse salino. De acordo com Lima et al. (2017), a salinidade limita a transpiração e, como efeito, a entrada de CO_2 no mesófilo foliar, reduzindo a fotossíntese devido à diminuição da pressão

parcial desse gás nos espaços intercelulares, além de reduzir a perda de água na forma de vapor pelos estômatos, elevando a temperatura foliar.

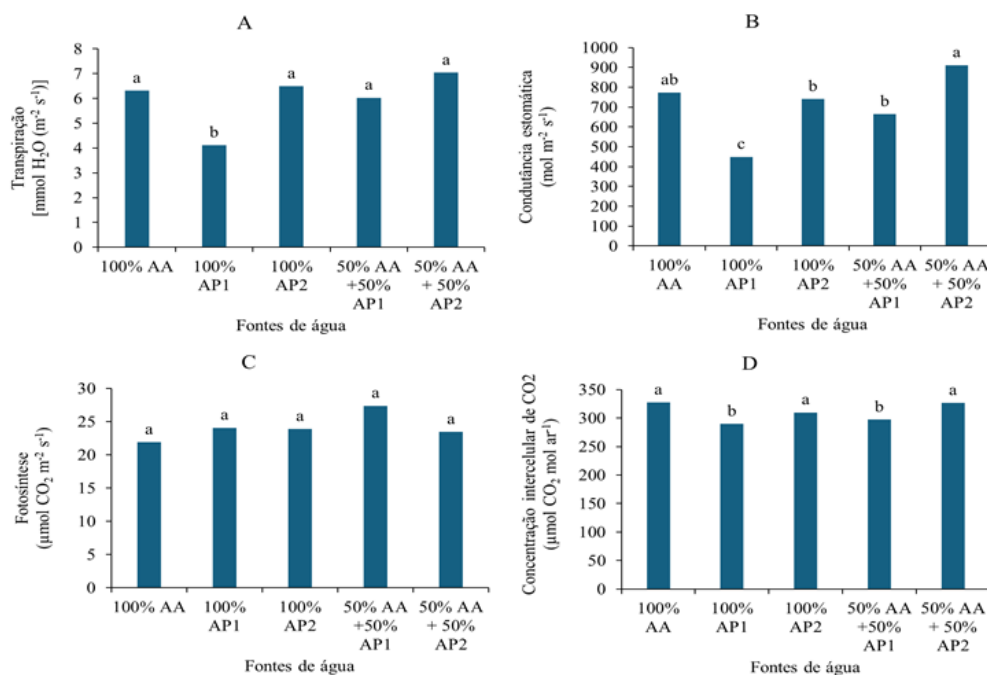


Figura 1. transpiração (E); condutância estomática (gs); Fotossíntese (A); concentração intercelular de CO₂ (Ci); eficiência intrínseca do uso da água (EiUa) e eficiência de carboxilação (EiCi) do algodoeiro de pluma naturalmente colorida irrigado com fontes de água produzida do petróleo.

No processo de transpiração, a energia na forma de calor latente é transferida da folha para o ar, e sua diminuição pode constituir um mecanismo de aclimação ao estresse salino (SOUSA et al., 2016). Analisando a eficiência instantânea do uso da água (EiUa), verifica-se que o maior valor ocorreu quando as plantas foram irrigadas com 100%AP1, enquanto os menores valores ocorreram nas plantas irrigadas com água 100%AA, 100%AP2 e 50%AA+50%AP2. Esses resultados mostram o comportamento inverso ao observado nas variáveis E, gs e A, os quais foram maiores nas águas menos salinas (AA e AP2).

Segundo Marcelino et al. (2023) o aumento da EiUa sob condições salinas indicam uma condição de tolerância, uma vez que as plantas mantiveram a capacidade de adaptação às condições adversas com pouca ou nenhuma redução na taxa de assimilação de CO₂, levando a um aumento ou manutenção da EiUa. Não houve efeito das águas sobre a eficiência instantânea de carboxilação (EiCi), indicando que as plantas se ajustaram as condições impostas, de modo a ter maior controle da gs e A, com consequente manutenção da EiCi (Marcelino et al., 2023).

CONCLUSÕES

A água produzida oriunda da empresa AP1 por apresentar elevada salinidade reduz as trocas gasosas do algodoeiro de pluma naturalmente colorida. A água produzida da empresa AP2 apresenta baixa salinidade e pode ser usada na irrigação do algodoeiro colorido sem danos aos processos fotossintéticos.

Sob estresse salino o algodoeiro aumenta a eficiência instantânea do uso da água (EiUa) como estratégia para aumentar a tolerância a salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, C. S. L. T.; VIEIRA, M. M.; HO, L. L.; The use of control chart for a continuous monitoring of the water-oil ratio in fields of the Potiguar basin/Brazil. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 42, e42066, 2020.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. Ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29).

BRITO, G. G. et al. **Physiological traits for drought phenotyping in cotton**. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 117-125, 2011.

COSTA FILHO, G. D.; SILVA, A. C. R.; SOUZA, C. M. M.; MANIÇOBA, F. E.; LIMA, R. N. S.; RÊGO, L. G. S. Formas de ferro em solos representativos da fazenda experimental “Rafael Fernandes”, no município Mossoró-RN. **IV REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO: USO SUSTENTÁVEL DO SOLO E SEGURANÇA ALIMENTAR NO NORDESTE BRASILEIRO**, 4., 2019, Teresinha Anais...Teresina: NRNE/SBCS, Embrapa Meio-Norte, UFPI, UESPI, IFPI, 2019.

COSTA, F. G. B. et al. **Produção e capacidade de fitoextração do girassol (*Heliantus annuus*) irrigado com água produzida**. 2018.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 470-479, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEREDO, K. S. L.; MARTÍNEZ-HUITLE, C. A.; TEIXEIRA, A. B. R.; PINHO, A. L. S.; VIVACQUA, C. A.; SILVA, D. R. Study of produced water using hydrochemistry and multivariate statistics in different production zones of mature fields in the Potiguar Basin Brazil. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v. 116, p. 109-114, 2014.

LIMA, G. S. de et al. Gas exchanges and production of colored cotton under salt stress and nitrogen fertilization. **Bioscience Journal**, 33: 1495-1505. 2017.

MARCELINO, A. D. L.; BARBOSA, D. D.; FERNANDES, P. D.; DA SILVA, F. D. A.; DE ALBUQUERQUE, F. A.; DIAS, M. D. S.; DOS SANTOS, R. C. Trocas gasosas e ajuste osmótico em cultivares de algodão submetidas a estresse salino severo. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e274499, 2023.

SOUSA, J. R. M. et al. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges. **Revista Caatinga**, 29: 415-424, 2016.