

IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR DO ALGODOEIRO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA: ANÁLISES BIOMÉTRICAS E PRODUÇÃO DE BIOMASSA

ANTONIO FLAVIO BATISTA DE ARAUJO¹; CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA²; EDUARDO SANTOS CAVALCANTE³; JONNATHAN RICHEDS DA SILVA SALES⁴; RAIMUNDO NONATO TÁVORA COSTA⁵ E FERNANDO BEZERRA LOPES⁶.

¹Doutorando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: antonioflaviobatistadearaujo@gmail.com.

²Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: cfeitosa@ufc.br.

³Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: educavalcantes@hotmail.com.

⁴Mestrando Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: jonnathanagro@gmail.com.

⁵Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, U.F.C, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: rntcosta@ufc.br.

⁶Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, U.F.C, Av. Mister Hull 2977, Bloco 804, Campus do Picí, 60450-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, e-mail: lopesfb@ufc.br.

1 RESUMO

O uso das águas residuárias tratadas em lagoas de estabilização na irrigação suplementar, desponta como uma estratégia para incrementar a produção agrícola de forma sustentável durante a estação das chuvas, eliminando, pelo menos parcialmente, as perdas associadas aos veranicos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da irrigação suplementar do algodoeiro, sem e com adubação química com NPK, e simulando-se as condições de umidade do solo baseada em uma série histórica de dados de precipitação dos últimos 30 anos para a região do Baixo Jaguaribe-CE, considerando-se cenários normais, seca e seca severa. A pesquisa foi desenvolvida no município de Russas – CE, em uma área vizinha à lagoa de estabilização da CAGECE. O ensaio foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com arranjo dos tratamentos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os resultados mostram impactos de cenários hídricos e da suplementação sobre a maioria das variáveis de crescimento das plantas de algodoeiro. A irrigação suplementar com águas residuárias incrementa a produção de biomassa e o vigor das plantas de algodão durante a fase inicial de desenvolvimento, independente da presença ou ausência da adubação com NPK. Esses efeitos foram significativos especialmente nos cenários de seca e seca severa.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L, reuso de água, Irrigação.

ARAUJO, A. F. B.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, E. S.; SALES, J. R. S.; COSTA, R. N. T.; LOPES, F. B.
**SUPPLEMENTAL IRRIGATION OF COTTON WITH TREATED WASTEWATER:
BIOMETRIC ANALYSIS AND BIOMASS PRODUCTION**

2 ABSTRACT

The use of treated wastewater in stabilization ponds for supplementary irrigation emerges as a strategy to increase agricultural production sustainably during the rainy season, eliminating, at least partially, the losses associated with summer. In this context, this work evaluated the impacts of supplementary cotton irrigation, without and with chemical fertilization with NPK, on soil moisture conditions based on a historical series of precipitation data for the last 30 years for the region of Baixo Jaguaribe-CE, considering normal scenarios, drought and severe drought. The research was conducted in the municipality of Russas - CE, in an area adjacent to the CAGECE stabilization pond. The trial was installed in a randomized block design, with the treatments arranged in sub-divided plots, with four replications. The results show impacts of water scenarios and supplementation on most growth variables of cotton plants. Supplementary irrigation with wastewater increases the production of biomass and the vigor of cotton plants during the initial stage of development, regardless of the presence or absence of NPK fertilization. These effects were significant, especially in drought and severe drought scenarios.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L, wastewater, irrigation.

3 INTRODUÇÃO

Para as condições semiáridas a irrigação é um fator decisivo para o sucesso de empreendimentos com produção vegetal (ROSSI, 2019; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2017; SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TRABALHO DO ESTADO DO CEARÁ, 2019), sendo requeridos métodos e sistemas de irrigação mais eficientes e cultivos mais responsivos à água e mais rentáveis, algo que já vem sendo praticado com sucesso em muitas áreas.

Outra forma de se aumentar a produção vegetal com menos água de irrigação é desenvolver ações para melhor aproveitamento da estação das chuvas, principalmente em anos com baixos índices pluviométricos, visto que as frequentes secas que ocorrem no semiárido brasileiro fazem com que os rendimentos das culturas sejam reduzidos drasticamente (MELO JUNIOR et al., 2006; MARENGO et al., 2017; ZANINELLI et al., 2019).

A irrigação suplementar, associada às melhorias na qualidade do solo, poderia

ser uma estratégia para incrementar a produção agrícola de forma sustentável durante a estação das chuvas, eliminando, pelo menos parcialmente, as perdas associadas aos veranicos, especialmente, mas não exclusivamente, nos anos de seca (NANGIA et al., 2018; ROSSI, 2019). Trata-se de uma ferramenta decisiva para lidar com as limitações na disponibilidade de recursos hídricos, tanto nos países de clima úmido como nos de clima semiárido, considerando-se os riscos atuais e futuros associados às mudanças climáticas globais (ROSSI, 2019). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os impactos da irrigação suplementar com águas residuárias tratadas no algodoeiro, simulando-se as condições de umidade do solo baseada em uma série histórica de dados de precipitação para a região do Baixo Jaguaribe-CE, considerando-se cenários normais, seca e seca severa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Russas (4°56' 25"S; 37°58'33"W, 20 m), Ceará, Brasil, em uma

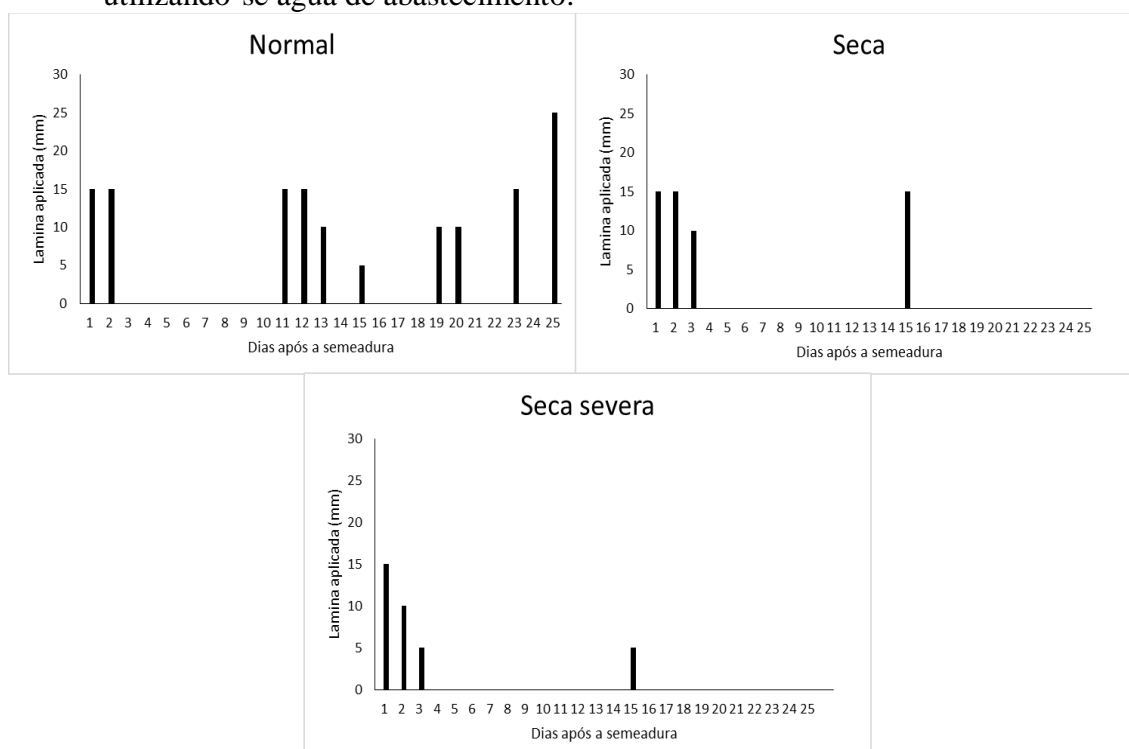
área vizinha à lagoa de estabilização da CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará.

O ensaio foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com arranjo de tratamentos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram formadas pelos cenários hídricos (normal, seca e seca severa), definidos com base em série histórica de dados de 30 anos. As subparcelas foram compostas pela suplementação ou não com águas residuárias tratadas, sendo as lâminas aplicadas nos veranicos (pelo menos 5 dias sem chuvas) estimadas de acordo com Allen et al. (1998), e utilizando dados de série histórica de evapotranspiração de referência

para a região (GONDIN et al., 2010) e os coeficientes da cultura do algodoeiro.

Antes do plantio foi aplicada uma lâmina de 30 mm de água de abastecimento fornecida pela CAGECE, simulando-se uma condição de umidade do solo que permite alta percentagem de germinação. Na Figura 1 é possível observar as lâminas aplicadas nos diferentes tratamentos sem suplementação, utilizando-se também água de abastecimento, nos primeiros 25 dias após a semeadura, com acumulados de 135; 55 e 35 mm nos cenários Normal, Seca e Seca severa, respectivamente. As lâminas de irrigação suplementar com água residuária tratada foram de 9,7; 48,6 e 51,3 mm nos cenários Normal, Seca e Seca severa, respectivamente.

Figura 1. Lâminas totais aplicadas nos diferentes tratamentos sem irrigação suplementação, utilizando-se água de abastecimento.



Foram utilizadas sementes da cultivar BRS 433, cedidas pela Sedet (Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará), as quais foram semeadas em espaçamento de 0,7 x 0,3 m, com duas plantas por cova. As

subsubparcelas foram definidas pela realização ou não da adubação NPK, com quatro linhas de plantio de 4,5 m de comprimento cada uma. As doses de nitrogênio, P₂O₅ e K₂O foram definidas de acordo com as análises de solos e as

recomendações para o algodoeiro, sendo respectivamente: 60, 60 e 50 kg ha⁻¹.

Aos 25 dias após o plantio foram realizadas medições da altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e produção de biomassa da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, utilizando-se o Software Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostram impactos dos cenários hídricos e da

suplementação sobre a maioria das variáveis de crescimento das plantas de algodoeiro (Tabela 1). Também foram verificadas interações significativas entre cenário hídrico e suplementação e entre cenário hídrico e fertilização para a matéria seca da parte aérea e a altura da planta. Já na Tabela 2 observa-se os valores médios da matéria seca da parte aérea, altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas do algodoeiro, em função do cenário hídrico simulado, da suplementação com água residuária tratada e da presença ou ausência da adubação com NPK.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas (NF) do algodoeiro.

| Fontes de Variação | Quadrados médios | | | | |
|--------------------|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | GL | MSPA | Altura | Diâmetro | NF |
| Blocos | 3 | 2,11 ^{ns} | 0,36 ^{ns} | 0,11 ^{ns} | 0,02 ^{ns} |
| Cenário (C) | 2 | 17,15 ^{**} | 29,31 ^{ns} | 4,41 ^{**} | 0,32 [*] |
| Erro 1 | 6 | 1,47 | 7,34 | 0,11 | 0,06 |
| Suplementação (S) | 1 | 88,45 ^{**} | 290,08 ^{**} | 13,32 ^{**} | 0,23 ^{ns} |
| C x S | 2 | 15,03 [*] | 77,02 [*] | 3,34 ^{ns} | 0,22 ^{ns} |
| Erro 2 | 9 | 3,02 | 16,71 | 0,80 | 0,07 |
| NPK (F) | 1 | 0,64 ^{ns} | 0,08 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,02 ^{ns} |
| F x C | 2 | 3,87 [*] | 28,15 ^{**} | 0,30 ^{ns} | 0,05 ^{ns} |
| F x S | 1 | 4,97 [*] | 10,08 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,01 ^{ns} |
| F x S x C | 2 | 0,89 ^{ns} | 2,77 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 0,03 ^{ns} |
| Erro 3 | 18 | 0,90 | 2,50 | 0,31 | 0,04 |
| CV – C (%) | | 22,34 | 13,14 | 7,67 | 8,04 |
| CV – S (%) | | 32,05 | 19,82 | 20,95 | 8,88 |
| CV – F (%) | | 17,54 | 7,67 | 13,05 | 6,75 |

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Os dados apresentados na tabela 2 demonstram com clareza a importância da irrigação suplementar do algodoeiro para cenários hídricos de seca e seca severa, os quais foram observados com apenas 25 dias da semeadura. Essas diferenças foram

expressivas para a matéria seca da parte aérea e para o diâmetro do caule. Isso está em consonância com documentos publicados em diferentes regiões do mundo, as quais demonstram que a irrigação suplementar é uma estratégia climática

inteligente para superar as perdas associadas aos veranicos, especialmente nos anos de seca (NANGIA et al., 2018; ROSSI, 2019). Nesse sentido, as águas residuárias devem

ser consideradas uma fonte potencial para o cultivo do algodão, o qual é realizado exclusivamente em sistema de sequeiro no semiárido cearense.

Tabela 2. Valores médios da matéria seca da parte aérea, altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas do algodoeiro, em função do cenário hídrico simulado, da suplementação com água residuária tratada e da presença ou ausência da adubação com NPK.

| Tratamentos | Normal | | Seca | | Seca Severa | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| | Com NPK | Sem NPK | Com NPK | Sem NPK | Com NPK | Sem NPK |
| Matéria Seca da Parte Aérea (g) | | | | | | |
| Com Suplementação | 6,56aA | 7,18aA | 6,77aA | 6,58aA | 7,64aA | 5,96aA |
| Sem Suplementação | 5,35aA | 7,36aA | 3,17bAB | 3,28bB | 2,37bB | 2,87bB |
| Altura da Planta (cm) | | | | | | |
| Com Suplementação | 21,50aA | 22,75aA | 24,50aA | 22,25aA | 24,75aA | 22,75aA |
| Sem Suplementação | 20,00aA | 24,50aA | 17,50bA | 15,25bB | 15,75bA | 16,00bB |
| Diâmetro do caule (mm) | | | | | | |
| Com Suplementação | 4,75aA | 5,00aA | 4,82aA | 4,50aA | 5,00aA | 4,75aA |
| Sem Suplementação | 4,75aB | 5,00aA | 3,25bA | 3,00bB | 3,25bA | 3,25bB |
| Número de Folhas | | | | | | |
| Com Suplementação | 9,00aA | 9,50aA | 8,50aA | 8,50aA | 9,75aA | 9,50aA |
| Sem Suplementação | 9,25aA | 10,75aA | 7,75aA | 7,00aB | 7,50aA | 8,00AaB |

¹As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

A irrigação suplementar com águas residuárias incrementa a produção de biomassa e o vigor das plantas de algodão durante a fase inicial de desenvolvimento, independente da presença ou ausência da adubação com NPK. Esses efeitos foram significativos especialmente nos cenários de seca e seca severa.

7 AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) e à Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará (SEDET), pela concessão de bolsas de estudos e pelo auxílio financeiro para a realização da pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Land use indicators**. Rome: FAO, 2017. Disponível em:

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL/visualize>. Acesso em: 22 mar. 2020.

GONDIN, R. S.; FUCK JUNIOR, S. C. F.; MAIA, A. H. N.; EVANGELISTA, R. S. M. **Balço hídrico na bacia do Jaguaribe, Ceará, utilizando evapotranspiração de referencia Penman-Monteith FAO estimada com dados mínimos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).

MARENCO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, Vienna, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MELO JUNIOR, J. C. F.; SEDIYAMA, J. C.; FERREIRA, P. A.; LEAL, B. G.; MINUSI, R. B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 417-425, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200024>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000200024. Acesso em: 20 maio 2020.

NANGIA, V.; OWEIS, T.; KEMEZE, F. H.; SCHNETZER, J. **Supplemental irrigation: A promising climate-smart practice for dryland agriculture**. Wageningen: CGIAR/CCAFS, 2018.

ROSSI, R. **Irrigation in EU agriculture**. London: European Parliamentary Research Service, 2019. Disponível em:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644216/EPRS_BRI\(2019\)644216_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/644216/EPRS_BRI(2019)644216_EN.pdf). Acesso em: 21 maio 2020.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TRABALHO DO ESTADO DO CEARÁ. Acesso à informação: Perguntas frequentes. Fortaleza: SEDET, 2019. Disponível em: <https://www.sedet.ce.gov.br/aceso-a-informacao/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ZANINELLI, P. G.; MENÉNDEZ, D. G.; FALCO, M.; FRANCA, N. L.; CARRIL, A. F. Future hydroclimatological changes in South America based on an ensemble of regional climate models. **Climate Dynamics**, Cham, v. 52, n. 1-2, p. 819-830, 2019.