

Francisco de Assis da Silva  
Mirandy dos Santos Dias  
Lígia Sampaio Reis  
Pedro Luan Ferreira da Silva  
João Paulo de Oliveira Santos  
(Organizadores)

# Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas e Ambientais



Francisco de Assis da Silva  
Mirandy dos Santos Dias  
Lígia Sampaio Reis  
Pedro Luan Ferreira da Silva  
João Paulo de Oliveira Santos  
(Organizadores)

# **Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas e Ambientais**

**Editora Itacaiúnas**  
Ananindeua – PA  
2022

©2022 por Francisco de Assis da Silva, Mirandy dos Santos Dias, Lígia Sampaio Reis, Pedro Luan Ferreira da Silva e João Paulo de Oliveira Santos (orgs.)  
© 2022 por diversos autores

*Todos os direitos reservados.*

1ª edição

#### **Conselho editorial / Colaboradores**

Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil  
José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil  
Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil  
André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique  
Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal  
Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil  
Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil  
Editor e diagramador: Deividy Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

**Editoração eletrônica/ diagramação:** Walter Rodrigues

**Organização e preparação de originais:** Deividy Edson

**Projeto de capa:** dos organizadores

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

P472 Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas e Ambientais [recurso eletrônico]  
/ vários autores; organizado por Francisco de Assis da Silva, Mirandy dos Santos Dias, Lígia Sampaio Reis, Pedro Luan Ferreira da Silva e João Paulo de Oliveira Santos. - Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2022.

88 p.: il.: PDF

2,0 MB.

Inclui bibliografia e índice.

ISBN: 978-85-9535-190-5(Ebook)

DOI: 10.36599/itac-pisaaq

1. Agricultura. 2. Agropecuária. 3. Meio ambiente. 4. Pesquisas Interdisciplinares. 5. Produção agrícola. 6. Sistemas agrícolas. I. Título.

CDD 630

CDU 63

#### **Índice para catálogo sistemático:**

1. Agricultura 630
2. Agricultura 63

---

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como os dados apresentados, é de responsabilidade de seus participantes, detentores dos Direitos Autorais.

*Esta obra foi publicada pela [Editora Itacaiúnas](#) em outubro de 2022.*

## Sumário

APRESENTAÇÃO.....	6
MORFOFISIOLOGIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO .....	7
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.001	
<i>Vanildo Rodrigues da Silva, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso, André Alisson Rodrigues da Silva, Thiago Filipe de Lima Arruda, Cassiano Nogueira de Lacerda, Mirandy dos Santos Dias, Francisco de Assis da Silva, Larissa Fernanda Souza Santos</i>	
EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DA ÁGUA DE AÇUDE PELO MÉTODO SODIS COM CONCENTRADOR SOLAR ASSOCIADO À FILTRAGEM .....	17
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.002	
<i>Andreza Maia de Lima, Élide Barbosa Corrêa, Shirleyde Alves dos Santos, Yuri dos Santos Silva, Josely Dantas Fernandes, Antônio Fernandes Monteiro Filho, Maria de Fátima Caetano da Silva, Bárbara Davis Brito dos Santos</i>	
BIOCHAR COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM RABANETE .....	27
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.003	
<i>Rilbson Henrique Silva dos Santos, Lígia Sampaio Reis, Mirandy dos Santos Dias, Hugo Rodrigues dos Santos, Clécio Lima Tavares, Vicente Ferreira de Araújo Neto, Reinaldo de Alencar Paes, Luiz Gabriel Souza Pereira</i>	
PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO NO PIMENTÃO .....	34
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.004	
<i>Jéssica Aragão, Geovani Soares de Lima, Vera Lúcia Antunes de Lima, Larissa Fernanda Souza Santos, André Alisson Rodrigues da Silva, Thiago Filipe de Lima Arruda, Jessica Dayane Capitulino, Cassiano Nogueira de Lacerda</i>	
MORFOFISIOLOGIA DA GOIABEIRA EXERTADA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO .....	42
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.005	
<i>Cassiano Nogueira de Lacerda, Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Thiago Filipe de Lima Arruda, André Alisson Rodrigues da Silva, Francisco de Assis da Silva, Jéssica Aragão, Valesca Karoline Nunes Oliveira, Alysson Jonhny Torres Mendonça</i>	
EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA E PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DA GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO .....	51
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.006	
<i>Cassiano Nogueira de Lacerda, Lauriane Almeida dos Anjos Soares, André Alisson Rodrigues da Silva, Thiago Filipe de Lima Arruda, Jessica Dayanne Capitulino, Mirandy dos Santos Dias, Larissa Fernanda Souza Santos, Vitória Dantas de Sousa</i>	

ANÁLISE TEMPORAL (1985-2020) DO USO E COBERTURA DO SOLO EM AREIA, BREJO DA PARAÍBA .....60  
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.007

*João Paulo de Oliveira Santos, Khyson Gomes Abreu, Iracy Amélia Pereira Lopes, Luciana Vanessa Anselmo Sampaio, Grazielly Lessa Rocha, Bárbara Davis Brito dos Santos, Julia Anayrane Ferreira Reis, Thiago Filipe de Lima Arruda*

SEGUNDO CICLO DE CULTIVO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DÉFICIT HÍDRICO NA FASE DE PERFILHAMENTO .....67  
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.008

*Mirandy dos Santos Dias, Francisco de Assis da Silva, Idelvan José da Silva, Pedro Dantas Fernandes, Maria de Fátima Caetano da Silva, Andrezza Maia de Lima, Robson Felipe de Lima, Cassiano Nogueira de Lacerda*

IMPACTOS DA COVID-19 NOS ASPECTOS SOCIAIS E NA SEGURANÇA ALIMENTAR DE MUNÍCIPIOS DE VIÇOSA-AL .....78  
DOI: 10.36599/itac-pisaaq.009

*Alane Rodrigues de Souza, Kátia Christina Pereira Lima, Rógenes Ferreira Caetano, Mayara de Lima Costa, Bárbara Davis Brito dos Santos, Rita de Cássia de Amorim Lindolfo, Luciana Vanessa Anselmo Sampaio, Thiago Filipe de Lima Arruda*

ORGANIZADORES 87

## APRESENTAÇÃO

*A estimativa de uma safra recorde de 308 milhões de toneladas de grãos em 2023 consolidará o Brasil como o celeiro agrícola do mundo. Isso será possível graças ao avanço das pesquisas científicas e ao trabalho árduo dos profissionais das Ciências Agrárias, produtores rurais e o advento de tecnologias como a agricultura 4.0 e 5.0, permitindo, dessa forma, a abertura de novas fronteiras agrícolas. Contudo, apesar do Brasil ter uma das legislações ambientais mais completas e robustas do mundo, o cenário para a produção de alimentos sustentáveis é um tanto desafiador devido, principalmente, à demanda dos mercados globais por proteínas, fibras e energia produzidas por meio de diretrizes ecologicamente corretas. Tecnologias como a agricultura de baixo carbono, sistemas integrados de produção agropecuária, plantio direto e agricultura carbono neutro são cada vez mais evidentes e têm sido adotadas como forma de atender a demanda mundial por produtos sustentáveis. Os desafios são grandes e as pesquisas são cada vez mais necessárias, pois, contribuem para sanar lacunas de conhecimento, tornar os sistemas de produção agrícola mais eficientes e sustentáveis, inserir tecnologias inovadoras, elevar a produtividade sem a necessidade de abertura de novas áreas, além de contribuir para a segurança alimentar de uma população mundial de oito bilhões de pessoas. Os capítulos a seguir foram selecionados para compor este e-book devido ao caráter inovador e da importância para avanço do conhecimento dentro das Ciências Agrárias e Ambientais.*

**Os organizadores**

## MORFOFISIOLOGIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.001

Vanildo Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso<sup>2</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>2</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>2</sup>, Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>2</sup>, Mirandy dos Santos Dias<sup>2</sup>, Francisco de Assis da Silva<sup>2</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campus IV, Catolé do Rocha-PB, e-mail: vanildo63geo@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB.

### RESUMO

O algodoeiro é uma cultura socioeconomicamente importante para o agronegócio brasileiro, por ser o principal fornecedor de fibras para a indústria têxtil. Seus genótipos de fibra naturalmente colorida têm recebido atenção por parte da indústria e dos produtores, por dispensar tingimento das fibras. Entretanto, o cultivo de algodão em regiões semiáridas pode ser limitado pelo uso de água salina na irrigação, desta forma, estratégias que promovam a tolerância a salinidade pode ser uma alternativa, para um maior desempenho do cultivo. Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da aplicação foliar de concentrações de peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino nas trocas gasosas foliares e no acúmulo de fitomassa de genótipos de algodoeiros de fibra colorida. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação, sob delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , referente a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0, 25, 50 e 75  $\mu\text{M}$ ), três genótipos de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Verde e BRS Topázio) e duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,8 e 5,3  $\text{dS m}^{-1}$ ), com três repetições. As concentrações de peróxido de hidrogênio não reduziram os efeitos deletérios do estresse salino sobre as trocas gasosas foliares dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida. Entretanto, o genótipo BRS Topázio apresentou maior tolerância ao estresse salino. A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 25  $\mu\text{M}$  promoveu aumento da fitomassa seca de folhas e caule das plantas irrigadas com CEa de 5,3  $\text{dS m}^{-1}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L., salinidade, elicitor.

### 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta perene, cultivada como cultura anual. As áreas de cultivo de algodão foram restabelecidas no semiárido do Nordeste do Brasil, com base no uso de tecnologias modernas e cultivares de fibra de alta qualidade (GOMES et al., 2022). A cotonicultura da região Nordeste tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande valor para o agronegócio brasileiro, com uma produção de algodão estimada em 1.668,2 mil toneladas distribuídas entre os Estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. O Estado da Bahia destaca-se como maior produtor (1.385,8 mil t), seguido do Maranhão (210,4 mil t). Por sua vez, a Paraíba detém uma produção de 1,8 mil t de algodão em caroço (CONAB, 2021).

Entretanto, no semiárido nordestino, a estação chuvosa é pouco previsível, com períodos secos frequentes, o que favorece a elevação dos níveis salinos dos mananciais utilizados para irrigação. As plantas cultivadas sob estresse salino estão sujeitas a distúrbios na respiração, fotossíntese, absorção de nutrientes e estresse oxidativo,

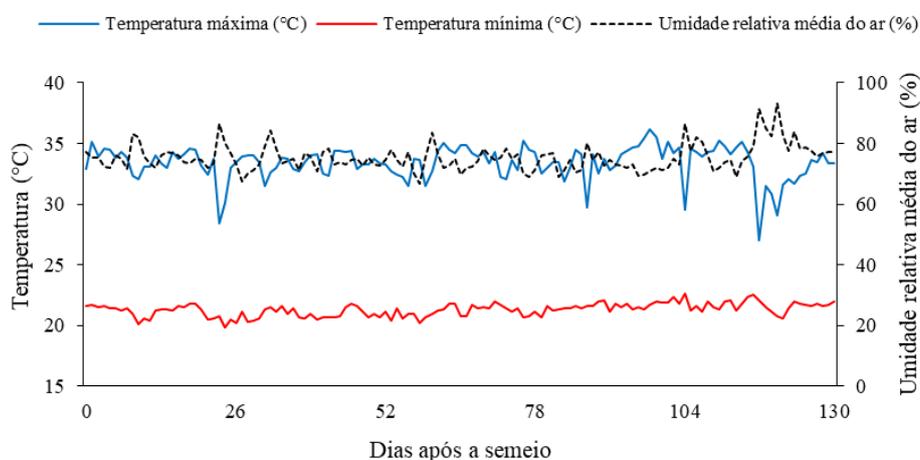
resultando em redução no rendimento e na qualidade das plantas (SHEIKH-MOHAMADI et al., 2017). Além disso, a salinidade tem vários efeitos sobre os solos como o aumento da pressão osmótica, que diminui o potencial hídrico e dificulta a absorção de água pelas plantas (OMER, 2021).

O uso de substâncias como o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) pode auxiliar no aumento da tolerância das plantas a salinidade (VELOSO et al., 2022). O  $H_2O_2$  é uma molécula reativa que desempenha um papel central em uma ampla gama de processos fisiológicos, bioquímicos e de desenvolvimento, levando ao aumento da atividade fotossintética e do crescimento das plantas sobre estresse (HASAN et al., 2016).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito da aplicação foliar de concentrações de peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino nas trocas gasosas foliares e no acúmulo de fitomassa de genótipos de algodoeiros de fibra colorida.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de novembro de 2020 a março de 2021 em ambiente protegido (casa de vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil, cujas coordenadas geográficas locais são 07° 15' 18" S, 35° 52' 28" W e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.



**Figura 1.** Temperatura máxima e mínima e umidade relativa média do ar observada durante a condução do experimento

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2$ , correspondendo a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio -  $H_2O_2$  (0, 25, 50 e 75  $\mu M$ ), três genótipos de algodoeiro de fibra colorida- GA (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Verde) e duas condutividades elétricas - CEa (0,8 e 5,3  $dS m^{-1}$ ), resultando em vinte e quatro tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados a lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L (35 cm de altura, 31 cm de diâmetro superior, 20 cm de diâmetro inferior), possuindo uma tela de malha fina na base e conectada a um coletor de água drenada por meio de uma mangueira com diâmetro interno de 3 mm e externo de 5 mm. Acima da tela, os vasos receberam uma camada de brita de 3 cm de espessura e 24 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente

destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017):  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+ = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2$  e  $19,3 \text{ cmolc kg}^{-1}$ , respectivamente;  $\text{pH}$  (água 1:2,5) = 5,9;  $\text{CEes}$  ( $\text{dS m}^{-1}$ ) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0  $\text{dag kg}^{-1}$ , respectivamente; densidade aparente  $1,39 \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$ .

Para atender as necessidades nutricionais das plantas, foi realizada uma adubação com N, P e K, conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 100 mg de N, 300 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 150 mg de  $\text{K}_2\text{O kg}^{-1}$  de solo, nas formas de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. O fósforo foi aplicado em fundação, enquanto que N e K foram aplicados em cobertura, via fertirrigação, aos 30 e 60 dias após o semeio (DAS). Os vasos foram dispostos em fileiras simples com espaçamento de 0,6 e 0,3 m entre plantas na fileira. A adubação foliar de micronutrientes foi realizada mensalmente, com solução nutritiva na concentração de  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  do produto comercial Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,05%), aplicados nas faces adaxial e abaxial.

A semeadura foi realizada colocando cinco sementes por vaso a 1,5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Aos 25 dias após a germinação, procedeu-se o primeiro desbaste, deixando-se as três plantas mais vigorosas por vaso. Aos 50 DAS, procedeu-se o segundo desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso que foi conduzida até o final do experimento.

As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em água de abastecimento local ( $0,28 \text{ dS m}^{-1}$ ). Essa proporção é comumente encontrada em fontes de água utilizadas para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste (MEDEIROS, 1992). As águas de irrigação foram preparadas considerando a relação entre CEA e concentração de sais, conforme Richards (1956).

As aplicações foliares de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 15 DAS se repetiram com intervalo de 15 dias até a abertura dos capulhos (100 DAS), totalizando 5 aplicações. Foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador costal Jacto XP-12, com bomba de pressão de trabalho (máxima) de 6 bar, com bico JD-12 e vazão de aproximadamente  $770 \text{ mL min}^{-1}$ . Aplicou-se aproximadamente 125 mL da solução nas plantas por lisímetro.

As irrigações com as águas salinas, iniciaram-se aos 18 DAS, tempo necessário para o surgimento dos primeiros pares de folhas definitivas e aplicação do  $\text{H}_2\text{O}_2$ . A irrigação foi realizada de modo a manter a umidade do solo em nível proporcional à máxima capacidade de retenção em todas as unidades experimentais, utilizando água de acordo com cada tratamento. As irrigações com as águas salinas foram realizadas de forma manual e diária, aplicando-se o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água no solo.

Aos 80 dias após a semeadura foram avaliados os parâmetros de trocas gasosas foliares através da concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ) e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ). Aos 130 DAS, foi determinado o crescimento das plantas de algodoeiro através do acúmulo de fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC), fitomassa seca de raiz (FSR) e a relação raiz/parte aérea (R/PA).

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-wilk) e em seguida à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para

concentrações de  $H_2O_2$  e Tukey para genótipos e CEa, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

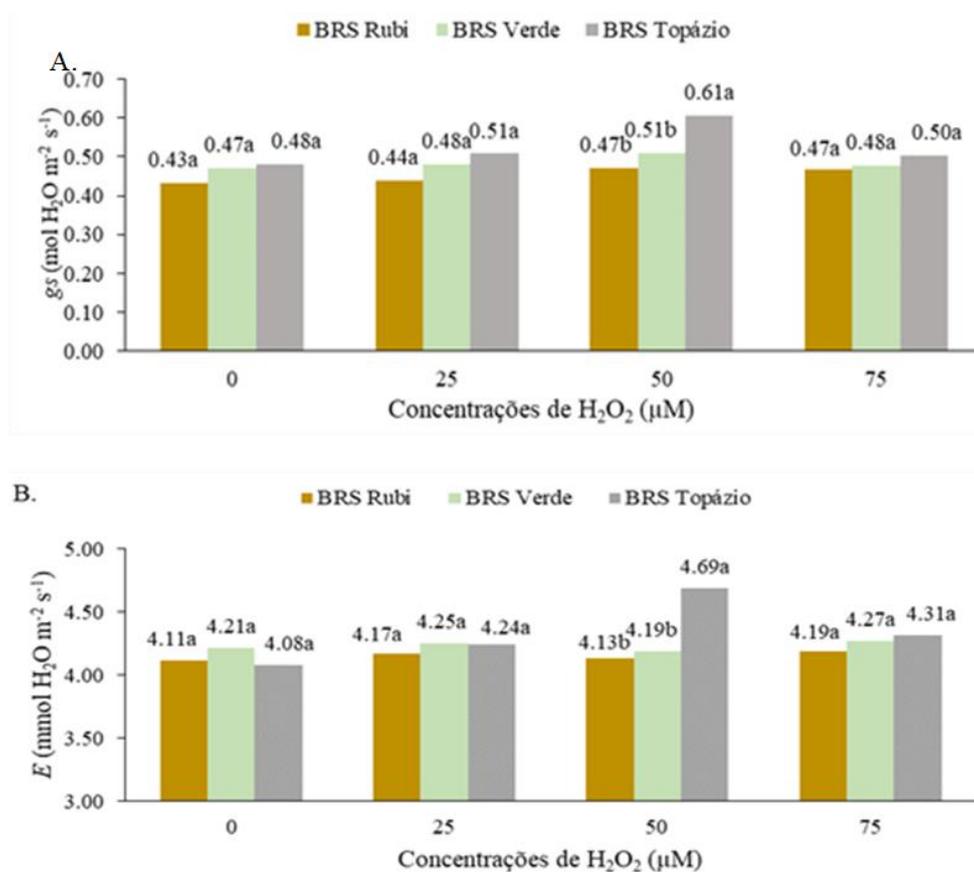
Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ( $p \leq 0,01$ ) apenas a taxa de assimilação de  $CO_2$  (Tabela 1). A condutância estomática e a transpiração foram afetadas de forma significativa pelas concentrações de peróxido de hidrogênio e pelos genótipos, quando analisados de forma isolada. Observou-se ainda, efeito significativo da interação entre o  $H_2O_2$  e genótipos para  $g_s$  e  $E$ , e interação entre os níveis de salinidade e os genótipos sobre a taxa de assimilação de  $CO_2$ .

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente a concentração interna de  $CO_2$  -  $C_i$ , condutância estomática -  $g_s$ , transpiração -  $E$  e taxa de assimilação de  $CO_2$  -  $A$  dos algodoeiros de fibra colorida em função dos níveis salinos, genótipos e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 80 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		$C_i$	$g_s$	$E$	$A$
Níveis Salinos (NS)	1	91967,59 <sup>ns</sup>	6589,32 <sup>ns</sup>	147784,9 <sup>ns</sup>	10370,41 <sup>**</sup>
Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )	3	22015,56 <sup>ns</sup>	22753,47 <sup>*</sup>	59818,27 <sup>**</sup>	2108,10 <sup>-ns</sup>
Genótipos (GEN)	2	132576,84 <sup>ns</sup>	5531,98 <sup>**</sup>	175759,87 <sup>**</sup>	8074,56 <sup>**</sup>
Interação (NS $\times$ $H_2O_2$ )	3	50427,13 <sup>ns</sup>	39005,37 <sup>ns</sup>	150305,58 <sup>ns</sup>	7268,54 <sup>ns</sup>
Interação (NS $\times$ GEN)	2	23699,99 <sup>ns</sup>	9215,41 <sup>ns</sup>	62350,88 <sup>ns</sup>	8717,62 <sup>**</sup>
Interação ( $H_2O_2$ $\times$ GEN)	6	18194,32 <sup>ns</sup>	19634,54 <sup>*</sup>	61445,97 <sup>*</sup>	6846,69 <sup>ns</sup>
Interação (NS $\times$ $H_2O_2$ $\times$ GEN)	6	17909,97 <sup>ns</sup>	1657,58 <sup>ns</sup>	16061,86 <sup>ns</sup>	8889,56 <sup>ns</sup>
Blocos	2	555115,63 <sup>ns</sup>	87623,06 <sup>ns</sup>	1081939,12 <sup>ns</sup>	24876,99 <sup>ns</sup>
Resíduo	46	57743,32	21141,06	129807,41	8931,71
CV (%)		23,28	19,21	20,14	16,97

GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ .

De acordo com o teste de comparação de médias para condutância estomática (Figura 2A), verifica-se haver diferença significativa entre os genótipos de algodoeiro apenas nas plantas pulverizadas com peróxido de hidrogênio na concentração de 50  $\mu M$ . Nota-se que o algodoeiro BRS Topázio se destacou entre os genótipos, registrando o maior valor de  $g_s$  (0,61 mol  $H_2O$   $m^{-2} s^{-1}$ ), correspondendo a um aumento de 29,8% (0,14 mol  $H_2O$   $m^{-2} s^{-1}$ ) em relação a BRS Rubi e 19,6% (0,10 mol  $H_2O$   $m^{-2} s^{-1}$ ) em relação a BRS Verde.



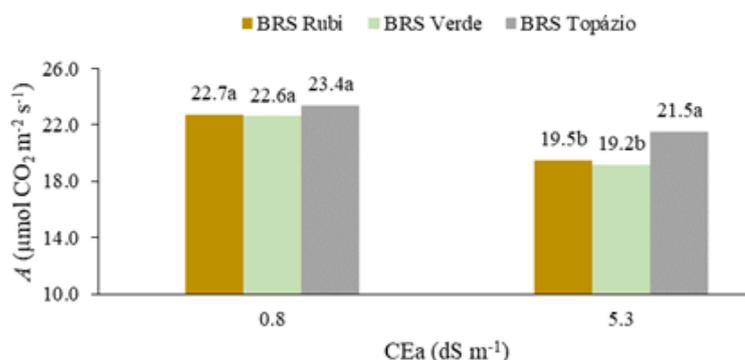
**Figura 2.** Condutância estomática -  $g_s$  (A) e transpiração -  $E$  (B) do algodoeiro de fibra colorida em função da interação entre as concentrações de peróxido de hidrogênio e os genótipos de algodoeiro, aos 80 dias após a semeadura

Efeito semelhante observado na  $g_s$  (Figura 1A), foi verificado na transpiração (Figura 2B), isto é, nota-se efeito significativo entre os genótipos de algodoeiro apenas nas plantas pulverizadas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na concentração de 50 μM. As plantas do genótipo BRS Topázio se destacaram de forma significativa em relação as demais cultivares, apresentando maior valor de  $E$  (4,69 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), que corresponde a um aumento de 13,6% (0,56 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em relação a BRS Rubi e 11,9% (0,50 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em relação a BRS Verde. Vale destacar que não foi verificado diferença significativa entre os genótipos BRS Rubi e BRS Verde.

A aplicação exógena de peróxido de hidrogênio em baixas concentrações promove uma condição de estresse moderado, que resulta no acúmulo de sinais latentes em diferentes partes da planta (SILVA et al., 2019). Quando expostos a uma condição de estresse mais severo, os sinais armazenados levam a ajustes moleculares que resultam em vários mecanismos de aclimação (SAVVIDES et al., 2016). O efeito benéfico da aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 50 μM, observado na  $g_s$  e  $E$ , pode ser atribuído ao fato do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> atuar na sinalização celular metabólica (aumento de metabólitos e/ou enzimas antioxidantes), resultando em melhor desempenho fisiológico quando a planta é exposta a estresses mais severos (FORMAN et al. 2010).

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 3) dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida irrigados com água de menor salinidade (0,8 dS m<sup>-1</sup>) não obtiveram diferença significativa entre si. Entretanto, o genótipo BRS Topázio diferiu estatisticamente dos demais, quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>, com o maior valor de  $A$  (21,5 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), todavia, o BRS Rubi e BRS Verde não obteve diferença significativa. Vale ressaltar, que foi verificado redução na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em todos genótipos

quando irrigados com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup>, sendo a maior redução (3,4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na BRS Verde e a menor (1,9 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na BRS Topázio.



**Figura 3.** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e dos genótipos de algodoeiro, aos 80 dias após a semeadura

O peróxido de hidrogênio, apesar de ser uma espécie reativa de oxigênio, é uma molécula sinalizadora que está envolvida em vias de transdução de sinal para resposta ao estresse (SHARMA et al., 2012). O aumento da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> observado no genótipo BRS Topázio mesmo quando irrigado com CEa de 5,3 dS m<sup>-1</sup> pode ocorrer pelo fato do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> atuar como um regulador chave na modulação da resposta de defesa das plantas ao estresse salino, pois suas características eletroquímicas permitem que ele atravesse membranas e se espalhe entre os compartimentos celulares, o que facilita sua função de sinalização (Silva et al., 2020), favorecendo desta forma uma melhor atividade fotossintética, mesmo quando exposta ao estresse salino.

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ( $p \leq 0,01$ ) todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A fitomassa seca de folhas (FSF) e de caule (FSC) também exibiram efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para os genótipos. A FSF e FSC foram influenciadas de forma significativa ( $p \leq 0,05$ ) pela interação entre os níveis salinos da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

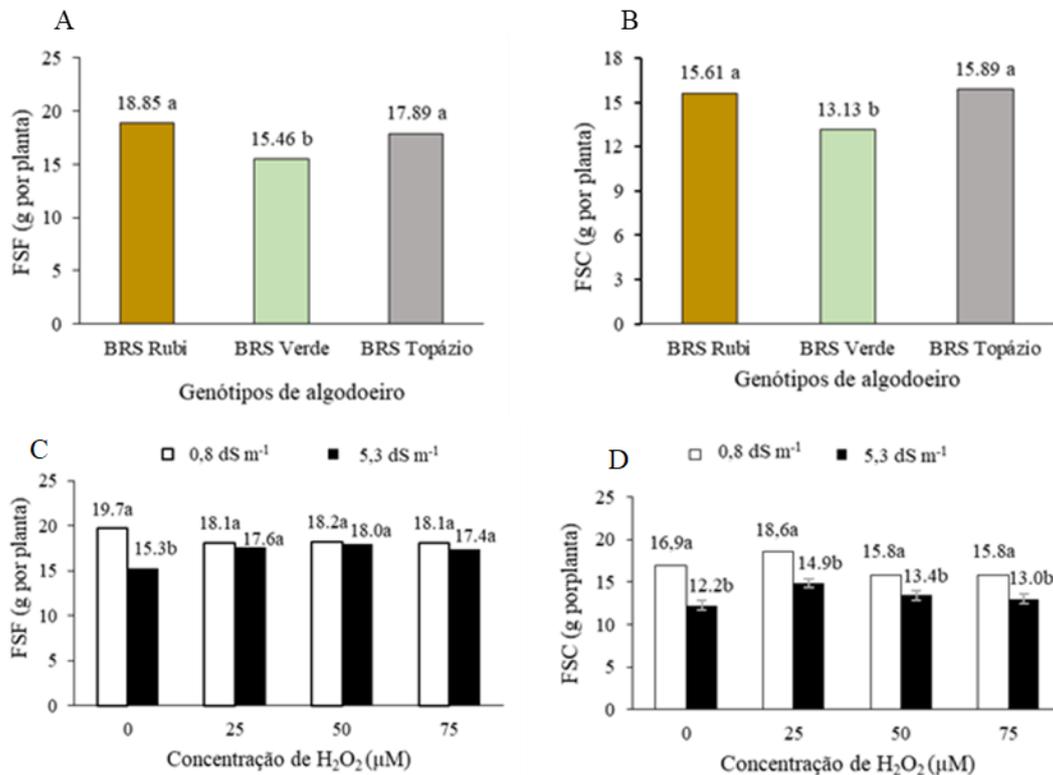
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para fitomassa seca de folhas - FSF, fitomassa seca de caule - FSC, fitomassa seca de raiz - FSR e relação raiz/parte aérea (R/PA) dos algodoeiros de fibra colorida em função dos níveis salinos, genótipos e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 130 dias após a semeadura

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		FSF	FSC	FSR	R/PA
Níveis Salinos (NS)	1	44,81**	255,91**	20,95**	35,14×10 <sup>-4**</sup>
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	3	2,01 <sup>ns</sup>	4,76 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>	21,41×10 <sup>-4<sup>ns</sup></sup>
Genótipos (GEN)	2	34,44**	52,88**	0,23 <sup>ns</sup>	16,73×10 <sup>-4<sup>ns</sup></sup>
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	3	17,86*	20,31*	4,25 <sup>ns</sup>	15,54×10 <sup>-4<sup>ns</sup></sup>
Interação (NS × GEN)	2	3,85 <sup>ns</sup>	10,92 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	2,62×10 <sup>-5<sup>ns</sup></sup>
Interação (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> × GEN)	6	2,71 <sup>ns</sup>	9,54 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	7,69×10 <sup>-5<sup>ns</sup></sup>
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> × GEN)	6	9,01 <sup>ns</sup>	17,58 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	11,56×10 <sup>-4<sup>ns</sup></sup>
Blocos	2	18,16 <sup>ns</sup>	11,06 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>	10,99×10 <sup>-4<sup>ns</sup></sup>
Resíduo	46	5,96	5,06	0,56	5,34
CV (%)	-	13,83	15,11	19,48	19,60

GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ .

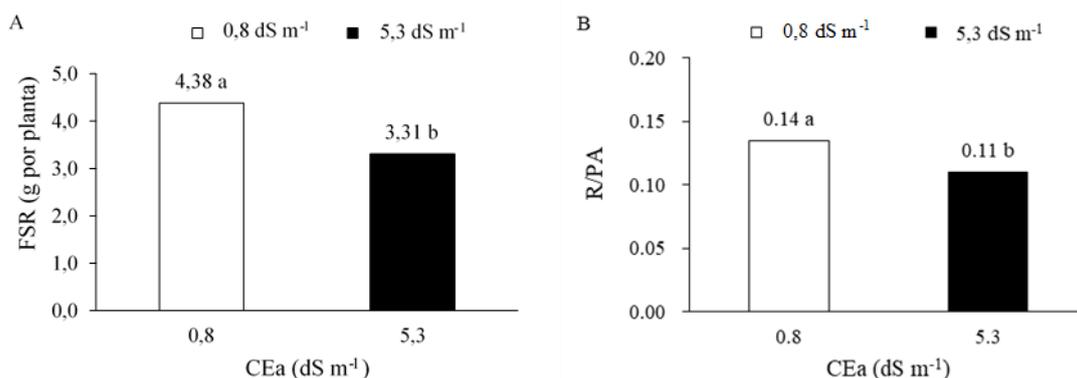
De acordo com o teste de comparação de médias para fitomassa seca das folhas (Figura 4A) e fitomassa seca do caule (Figura 4B), nota-se que os genótipos BRS Rubi e BRS Rubi, destacam-se com o maior acúmulo de fitomassa em relação ao BRS Verde. A

aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 25  $\mu\text{M}$  promoveu aumento da fitomassa seca de folhas (Figura 4C) e do caule (Figura 4D) das plantas irrigadas com CEa de 5,3  $\text{dS m}^{-1}$ . O peróxido de hidrogênio é um subproduto da fotossíntese, produzido normalmente pela planta e eliminado pelo sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático. Em pequenas concentrações, o  $\text{H}_2\text{O}_2$  pode atuar como uma molécula sinalizadora do estresse, desempenhando função na ativação do sistema de defesa da planta (Silva et al., 2020), tal fato pode ter contribuído com maior acúmulo de fitomassa de folhas e caule.



**Figura 4.** Fitomassa seca de folha - FSF (A), fitomassa seca do caule - FSC (B) em função dos genótipos de algodoeiro; fitomassa seca de folha - FSF (C), fitomassa seca do caule - FSC (D) em função da interação dos níveis salinos e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 130 dias após a semeadura

A fitomassa seca da raiz (Figura 4A) e a relação raiz parte/parte aérea (Figura 4B) das plantas de algodoeiro de fibra colorida reduziram com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. De acordo com o teste de comparação de média, verifica-se redução de 24,43% (1,07 g por planta) na FSR e 21,43% (0,03) na R/PA quando comparada as plantas cultivadas sob CEa de 0,8  $\text{dS m}^{-1}$ . As plantas cultivadas sob estresse salino podem sofrer alterações na sua fisiologia culminando na redução do seu crescimento. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos estresses osmóticos (restrição na absorção de água) e iônicos (toxicidade específica), além dos efeitos secundários como o estresse oxidativo (SILVA et al., 2018).



**Figura 5.** Fitomassa seca da raiz - FSR (A) e relação raiz/parte aérea - R/PA (B) em função dos níveis salinos, aos 130 dias após a semeadura

Em pesquisa desenvolvida por Dias et al. (2020), avaliando o efeito do estresse salino sobre o crescimento e as trocas gasosas de algodão, os autores observaram que a irrigação com água de condutividade elétrica a partir de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  comprometeu o crescimento e as trocas gasosas do algodão cv. BRS 368 RF. Além disso, salientaram que o acúmulo de fitomassa seca de folha, caule e raiz foram as variáveis mais sensíveis ao estresse salino. O que corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa com genótipos de algodoeiro de fibra colorida.

#### 4. CONCLUSÕES

As concentrações de peróxido de hidrogênio não reduz os efeitos deletérios do estresse salino sobre as trocas gasosas foliares dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida aos 80 dias após o semeio. Entretanto, o genótipo BRS Topázio apresenta maior tolerância ao estresse salino.

A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de  $25 \mu\text{M}$  promove aumento da fitomassa seca de folha e caule das plantas irrigadas com CEa de  $5,3 \text{ dS m}^{-1}$ . A irrigação com água de condutividade elétrica de  $5,3 \text{ dS m}^{-1}$  reduz a fitomassa seca da raiz e a relação raiz/parte aérea dos algodoeiros de fibra colorida.

#### LITERATURA CITADA

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21, 7º levantamento.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 04 out. 2021.

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 analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p.529-535, 2019.

FORMAN, H. J.; MAIORINO, M.; URSINI, F. Signaling functions of reactive oxygen species. **Biochemistry**, v.49, n.1, p.835-842, 2010.

GOMES, I. H.; CAVALCANTI, J. J.; FARIAS, F. J.; PAIXÃO, F. J.; SILVA FILHO, J. L.; SUASSUNA, N. D. Selection of cotton genotypes for yield and fiber quality under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.1, p.610-617, 2022.

HASAN, S. A.; IRFAN, M.; MASRAHI, Y. S.; KHALAF, M. A.; HAYAT, S. Growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Vigna unguiculata* L. treated with hydrogen peroxide. **Cogent Food & Agriculture**, v.2, n.1, e1155331, 2016.

LIMA, G. S. de; SILVA, A. R. P. da; SÁ, F. V. da S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.217-225, 2020.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 2003. 173p. Dissertação Mestrado

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA A. J. (ed.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p.189-253.

OMER, A. M. Bio-fertilizers for Sustainable Agriculture Development Under Salinity Stress. **In Management and Development of Agricultural and Natural Resources in Egypt's Desert**, v.1 n.1, p. 237-263, 2021.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook, 1954. 160 p.

SAVVIDES, A.; ALI, S.; TESTER, M.; FOTOPOULOS, V. Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible?. **Trends in Plant Science**, v.21, n.4, p.329-340, 2016.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. **Journal of botany**, v.2016, n.1, p.1-27, 2012.

SHEIKH-MOHAMADI, M. H.; ETEMADI, N.; NIKBAKHT, A.; FARAJPOUR, M.; ARAB, M.; MAJIDI, M. M. Screening and selection of twenty Iranian wheatgrass genotypes for tolerance to salinity stress during seed germination and seedling growth stage. **HortScience**, v.52, n.8, p.1125-1134, 2017.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. de P.; VELOSO, L. L. de S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, n.1, p. e55671, 2019.

SILVA, E. M. da; LIMA, G.S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. da S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.11, p.776-781, 2018.

SILVA, P. C. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; GHEYI, H. R.; RIBAS, R. F., SILVA, C. R.; COVA, A. M. W. Salt-tolerance induced by leaf spraying with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in sunflower is related to the ion homeostasis balance and reduction of oxidative damage. **Heliyon**, v.6, n.9, e05008, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 574p.

VELOSO, L. L. de S. A.; SILVA, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Moreira, R. C. L. Growth and gas exchange of soursop under salt stress and hydrogen peroxide application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.2, p.119-125, 2022.

## EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DA ÁGUA DE AÇUDE PELO MÉTODO SODIS COM CONCENTRADOR SOLAR ASSOCIADO À FILTRAGEM

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.002

Andrezza Maia de Lima<sup>1</sup>, Élide Barbosa Corrêa<sup>2</sup>, Shirleyde Alves dos Santos<sup>2</sup>, Yuri dos Santos Silva<sup>1</sup>, Josely Dantas Fernandes<sup>2</sup>, Antônio Fernandes Monteiro Filho<sup>2</sup>, Maria de Fátima Caetano da Silva<sup>1</sup>, Bárbara Davis Brito dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/Campus I - Campina Grande, PB, e-mail: andrezzamaia2010@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campus II – Lagoa Seca, PB

### RESUMO

A utilização da energia solar como forma de desinfestação das águas, além de ser uma fonte natural disponível é aplicável em regiões menos favorecidas em infraestrutura. Diante da importância em melhorar a qualidade da água para irrigação e consumo, o objetivou-se realizar o tratamento de água de açude, utilizando o processo de filtragem e energização solar, de forma a melhorar a sua qualidade. O processo de tratamento da água consistiu na filtragem, seguido de tratamento térmico pelo método SODIS, que é a desinfestação solar da água. O filtro foi construído com compartimentos de brita, cascalho, areia lavada e carvão ativado, respectivamente. O tratamento térmico foi realizado por meio da adição da água filtrada em garrafas PET, transparentes, com a metade pintada de preto e uso de um concentrador solar durante duas, quatro e seis horas. Foram avaliados o pH, condutividade elétrica, temperatura, coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*. A água do açude apresenta contaminação com coliformes fecais. O pH e a condutividade elétrica não foram influenciados pela filtragem e tratamento térmico. A filtragem não foi eficiente para eliminar as bactérias termotolerantes. *E. coli* incidiu nas amostras de água do açude, filtragem e após 2 horas de exposição ao sol. O uso do filtro associado ao método SODIS com concentrador solar atingiu a temperatura de 59 °C após quatro horas de exposição à radiação solar e eliminou 100% das bactérias termotolerantes, sendo os métodos potenciais para serem utilizados pelos agricultores para a desinfestação de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação biológica, desinfestação, tratamento físico.

### 1. INTRODUÇÃO

Em diferentes locais a disponibilidade de água para manter a produção agrícola é motivo de preocupação no presente e, sobretudo, para as futuras gerações. A escassez cada vez maior de água doce devido ao crescimento demográfico, a urbanização e provavelmente, as mudanças climáticas, tem dado lugar ao uso crescente de águas residuárias na agricultura. Em alguns casos, essa água é o único recurso hídrico que as comunidades rurais possuem para garantir sua subsistência através da agricultura, sendo assim, seu uso deve ser feito de maneira consciente (WHO, 2016).

A normatização dos padrões de qualidade da água para fins de irrigação e o seu uso no Brasil é regulamentada pela resolução n° 430 (CONAMA, 2005). Porém, não é exigido dos agricultores a análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução, as quais, segundo esta portaria, devem ser realizadas pelo poder público. Outros critérios complementares são adotados por entidades como a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), entre outras. Dentro das características analisadas na água para a irrigação por diferentes autores destacam-se as indicadoras de contaminações por dejetos animais e esgoto doméstico, com a presença de

coliformes termotolerantes e a demanda bioquímica de oxigênio; e as relacionadas aos aspectos físico-químicos, como o pH, a condutividade elétrica, a dureza e a concentração de elementos químicos, especialmente os metais pesados (SCIENTIA VITAE, 2016).

Em estudo de avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (*Lactuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba, constatou-se que tanto a água de irrigação como a alface produzida em diferentes propriedades obtiveram níveis de coliformes termotolerantes acima do padrão recomendado pela ANVISA (2001) (SOUTO, 2005).

Medidas de uso adequado e reaproveitamento da água e de controle da poluição dos recursos hídricos são necessárias para garantir a sua disponibilidade. O emprego de tecnologias simples e de baixo custo traria a possibilidade de viabilizar o reuso de efluentes e minimizar os impactos sobre os recursos hídricos, do ponto de vista qualitativo e quantitativo. Para Asgharnejad et al. (2021), a água residual tratada vem sendo utilizada na agricultura com ampla gama de impactos positivos que são considerações importantes para os agricultores, comunidades e meio ambiente. As águas residuais podem ser consideradas uma fonte confiável de água e nutrientes que estão disponíveis o ano todo. Isso permite rendimentos de safra mais elevados e múltiplos ciclos de cultivo.

Um dos grandes desafios para a agricultura brasileira é desenvolver um “modelo sustentável” para utilizar águas impróprias para o consumo, existentes nas propriedades rurais, para que não se transmitam doenças aos alimentos que estão sendo produzidos com essa água. A aplicação de filtros de areia em sistemas de irrigação localizada é recomendada quando a água possui matéria orgânica e algas, com manutenção e operação simplificada, desde que haja uma quantidade suficiente de efluente produzido para a irrigação e que o mesmo obedeça aos padrões de lançamento ao reuso. Segundo Chernicharo (2007) alguns requisitos devem ser observados para a escolha de um sistema eficaz de tratamento de efluentes, dentre eles, estão: o baixo custo de implantação e operação, a sustentabilidade do sistema, a simplicidade operacional e de manutenção e a eficiência na remoção de poluentes.

Associado ao filtro, a radiação solar pode ser utilizada para inativar e destruir bactérias patogênicas e outros microrganismos presentes na água, resultando no processo denominado desinfestação solar da água, também chamado de SODIS (*Solar Water Desinfection*). Este processo de desinfestação consiste em encher recipientes, limpos e transparentes, com a água a ser tratada e expô-los a luz do sol por várias horas.

O uso da energia solar, que é universalmente disponível e gratuita é a base desta tecnologia sustentável e de baixo custo (WEGELIN, 2002). Os microrganismos patogênicos são vulneráveis a dois efeitos da luz solar, mas prioritariamente à radiação no espectro da luz no comprimento de onda 320 - 400 nm (R-UVA) e calor (aumento de temperatura da água), sendo que a combinação destes dois efeitos, torna o efeito em conjunto maior que a soma dos efeitos em separado (WEGELIN; MEIERHOFER, 2002). Para aumentar a eficiência do método SODIS, o IMTA- Instituto Mexicano de Tecnologia da Água- propôs o uso de um concentrador de raios solares, construído com uma base e quatro aletas e revestido com papel alumínio, aproveitando a energia solar e elevando a temperatura do sistema para 70 °C e diminuindo o tempo de exposição solar para 4 horas. A sua função é captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área muito menor, de modo que a temperatura desta última aumente substancialmente (WEGELIN, 2002).

Objetivou-se realizar o tratamento de água procedente do açude pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, Campus II em Lagoa Seca, Paraíba de forma a melhorar a sua qualidade, utilizando o método de filtragem e a energia solar, por meio do método SODIS e concentrador solar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais Campus II - da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizada no Sítio Imbaúba, no município de Lagoa Seca, Brejo Paraibano, coordenadas geográficas 7° 10' 15" S e 35° 51' 13" W, que está localizado na Mesorregião do Agreste e Microrregião de Campina Grande, na Superfície Aplainada do Planalto da Borborema. O clima da região é tropical úmido com temperatura média anual em torno de 22 °C, sendo a mínima de 14 °C e a máxima de 33 °C (CRUZ, 2010).

A água utilizada na presente pesquisa foi coletada no açude que fica nas dependências da universidade. As análises laboratoriais foram feitas no Laboratório de Microbiologia da UEPB - Campus II.

### 2.2. Caracterização dos experimentos

Para confeccionar o filtro de areia foram necessários quatro tubos PVC rígidos PN 80 de 100 mm, cada um medindo 50 cm, que foram os compartimentos que receberam os materiais filtrantes. As quatro partes foram unidas por três luvas roscadas de 4", 2 cap's de 100 mm e seis adaptadores de 100 mm x 4" e posteriormente foram feitos testes para ajustar os vazamentos. O primeiro compartimento foi preenchido com quatro quilos de brita, quatro quilos de cascalho no segundo compartimento, quatro quilos de areia lavada no terceiro compartimento, e três quilos de carvão ativado no quarto compartimento. Antes de serem colocados no filtro, todos os materiais filtrantes foram lavados e autoclavados a 121 °C, por 15 minutos. Cada parte do filtro foi fechada nos dois lados com um ralo de 100 mm e uma tela de PVC com espessura de 1mm. Na parte superior do filtro foi instalado um conector de 3/4" para saída de ar do sistema e uma torneira de jardim de 1/2" para que a água resultante da filtração pudesse ser coletada.

Após a filtração a água foi coletada em garrafas PET de 2 litros, sendo em seguida as garrafas expostas ao sol pela técnica SODIS. As garrafas utilizadas foram adquiridas com o reuso de vasilhames PET descartados após o consumo de refrigerantes, sendo escolhidas as incolores, pois as garrafas de coloração verde e marrom absorvem a radiação UV. As garrafas foram lavadas com água destilada, depois metade da garrafa incolor que ficou voltada para baixo foi lixada e pintada com tinta esmalte na cor preto fosco.

Para aumentar o efeito da SODIS foi utilizado o concentrador solar desenvolvido pelo Instituto Mexicano de Tecnologia da Água seguindo Desinfección Solar Del Agua (SILVA, 2004), este concentrador solar tem baixo custo, podendo ser construído com madeira e recoberto com folhas de papel alumínio. Para tornar o protótipo mais acessível ao agricultor familiar, o concentrador foi modificado e confeccionado com isopor revestido com papel alumínio, com as seguintes dimensões:

- Base = 55 × 55 cm: 1 unidade;
- Aletas = 35 × 35 cm: 4 unidades;
- Suportes triangulares = 8,5 × 15 × 17,5 cm: 8 unidades.

A estrutura tem o espaço de 38 cm para se acondicionar as garrafas.

Para a montagem do concentrador foi utilizado isopor e cola, sendo fixados primeiramente os triângulos nas aletas e depois essas na base. O recobrimento de papel alumínio foi colado sobre o isopor.

Foram adotados os tempos de exposição das garrafas PET de 2 horas, 4 horas e 6 horas, cobrindo assim os pontos do intervalo de tempo entre 2 horas a 6 horas, conforme

recomendado pela literatura para inativação completa de coliformes do Instituto Mexicano de Tecnologia de Água (SILVA, 2004). As três garrafas foram expostas ao sol a partir das 9 horas da manhã e conforme atingido um dos tempos de amostragem (2, 4 ou 6 horas) uma garrafa era retirada, ao acaso, até a última ser retirada após o tempo de exposição de 6 horas (às 15 horas).

Após a exposição ao sol, a cada duas horas uma garrafa foi retirada do concentrador e foi levada para o Laboratório de Microbiologia da UEPB para fazer as análises das características da água (pH, condutividade elétrica e temperatura) e microbiológicas para avaliação da qualidade da água resultante do processo de desinfestação solar.

### 2.3. Tratamento da água do açude

Após a confecção do filtro, das garrafas PET e da montagem do concentrador solar foi realizado o tratamento da água. Por meio de uma bomba, a água do açude foi transportada até uma caixa d'água de polietileno com capacidade para 3000 litros que impulsionou essa água por uma mangueira até o filtro, iniciando-se o processo de tratamento da água.

No filtro, a água percorreu as quatro camadas filtrantes (brita, cascalho, areia lavada e carvão ativado) para remoção de partículas responsáveis pela cor e turbidez (argilas, micro-organismos, substâncias húmicas, partículas orgânicas, etc) provenientes da água bruta.

Após a filtração a água foi coletada nas garrafas PET de 2 litros e em seguida as garrafas foram expostas ao sol pela técnica SODIS com concentrador solar, como descrito anteriormente. Foram avaliados no processo de tratamento da água a vazão do filtro, o pH, condutividade elétrica, temperatura, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

### 2.4. Análises das amostras de água

Para medir o pH e a condutividade elétrica foi utilizado um medidor da marca Benchtop Meter, modelo Sper Scientific. As calibrações do aparelho foram feitas conforme as instruções técnicas do fabricante.

Para monitoramento da temperatura da água nas garrafas foi utilizado um termômetro de bulbo de mercúrio da Equitherm, escala de - 38 °C a + 50 °C. A temperatura foi verificada imediatamente após sua retirada do sol.

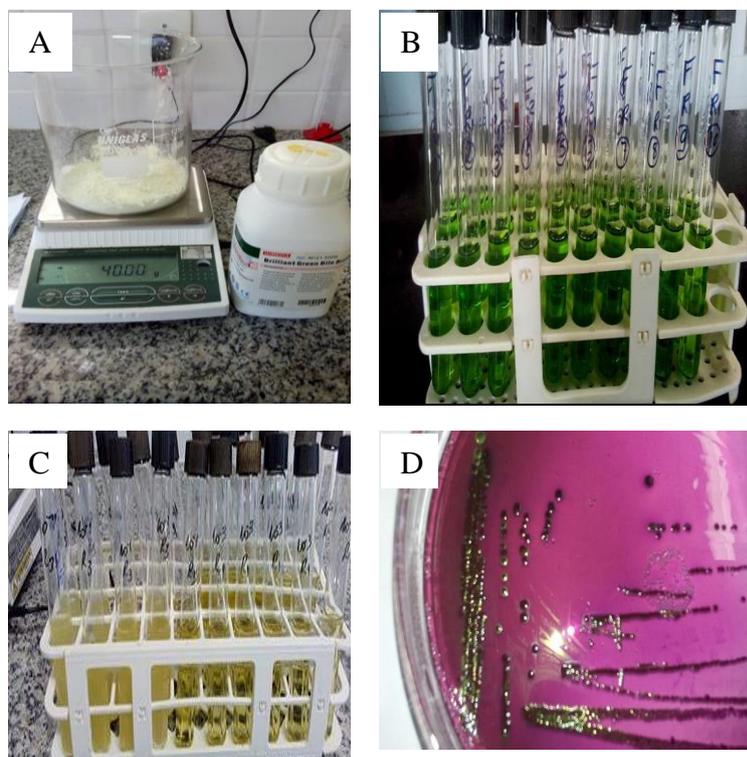
As análises microbiológicas (Figura 1) foram conduzidas no laboratório de Microbiologia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus II da Universidade Estadual da Paraíba. As amostras foram analisadas pela Técnica dos Tubos Múltiplos, utilizando os meios de fermentação da lactose, para detecção de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*, (SILVA et al., 2005) apud Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater permite determinar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes e o número de unidades formadoras de colônia (UFC) para os micro-organismos. A combinação de tubos com crescimento positivo ou negativo, após a incubação, permite estimar, por probabilidade, a densidade original dos micro-organismos na amostra.

Previamente foi realizado um teste com a água do açude com diluição até  $10^{-5}$  (v/v) para verificar o índice de contaminação. Partindo deste resultado os testes para água do açude foram repetidos com diluição em triplicata até  $10^{-3}$ .

Amostras de água foram coletadas nos seguintes pontos: ponto 1 (P1) corresponde à coleta da água diretamente do açude, decantada na caixa de polietileno, antes da entrada no filtro; ponto 2 (P2) corresponde à água resultante do processo de filtração nas quatro camadas do filtro de areia e, o ponto 3 (P3) refere-

se ao efluente resultante do tratamento SODIS com concentrador solar. Foram coletadas amostras, de 100 mL das fontes (caixa e após a passagem pelo filtro) em frascos de 250 ml, de cor âmbar, com tampa rosqueável previamente autoclavados a 121 °C por 30 minutos.

Para a água do açude foram feitas diluições em triplicata até  $10^{-3}$  (v/v). Para a água filtrada e água exposta ao sol os ensaios foram realizados em triplicata sem diluição, sendo coletadas três subamostras.



**Figura 1.** Em A - pesagem do meio de cultura; B - tubos com caldo verde brilhante para teste de coliformes totais; C - tubos com meio EMB para teste de coliformes termotolerantes e D - Colônias típicas de *E. coli*

As amostras positivas para coliformes tolerantes foram semeadas para o meio agar Eosina Azul de Metileno (EMB), e foram incubadas a 35 °C por 24 horas

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análises físico-químicas

Os valores encontrados nas amostras de água do açude, filtro e tratamentos térmicos para potencial hidrogeniônico variaram de 6,76 a 7,03 (Tabela 1).

Quanto à condutividade elétrica da água, verificou-se que no tratamento testemunha (açude) obteve-se  $1,97 \text{ mS cm}^{-1}$ , para o tratamento pós-filtragem  $2,05 \text{ mS cm}^{-1}$ , para T1 (2 h de radiação solar)  $1,90 \text{ mS cm}^{-1}$ , para T2 (4 h de radiação solar)  $1,87 \text{ mS cm}^{-1}$ , para T3 (6 h de radiação solar)  $1,89 \text{ mS cm}^{-1}$ . Os valores obtidos para condutividade elétrica da água (CEa) oscilaram entre 1,87 e 2,05 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análises físico-químicas das amostras de água do açude, após tratamento com filtro e após o tratamento térmico por 2 horas, 4 horas e 6 horas

Tratamentos	pH	CEa ( $\text{mS cm}^{-1}$ )	Temperatura (°C)
Testemunha (açude)	7,0	1,97	27,7
Filtro	6,9	2,05	27

2 h de radiação solar	6,9	1,90	42
4 h de radiação solar	6,7	1,87	59
6 h de radiação solar	6,7	1,89	47

Quanto à temperatura verificou-se que no tratamento testemunha (açude) a temperatura da água chegou a 27,7 °C, após o tratamento pós-filtragem 27 °C, para T1 (2 h de radiação solar) 42 °C, para T2 (4 h de radiação solar) 59 °C, para T3 (6 h de radiação solar) 47,0°C. Os valores obtidos para temperatura oscilaram entre 27 °C e 59 °C. A temperatura do ambiente no dia das coletas variou de 27 °C a 37 °C.

Em relação ao potencial hidrogeniônico verificou-se que no tratamento testemunha (açude) o pH foi a 7,0, após o tratamento filtragem de 6,9, para T1 (2 h de radiação solar) foi de 6,9, para T2 (4 h de radiação solar) de 6,7; e para T3 (6 h de radiação solar) de 6,7. Os valores obtidos para pH oscilaram entre 6,7 e 7,0.

A condutividade elétrica da água está diretamente relacionada com os elementos nela dissolvidos. Os fatores que influenciam na composição iônica dos corpos d'água, estão relacionados com a geologia da bacia, o regime de precipitação, bem como ao grau de intemperismo dos solos, a topografia e a cobertura vegetal. A condutividade pode ainda ser relacionada às fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos e tem proporcionalidade direta com a concentração de sais dissolvidos na amostra.

O aquecimento da água nas garrafas que estavam colocadas no concentrador atingiu um valor máximo da ordem de 59 °C com 4 horas de exposição e a partir de então tendendo a redução (Tabela 1). Esta redução da temperatura no tempo de exposição de 6 horas deve-se ao horário do dia. A amostra que representa 4 horas de exposição foi coletada às 13 horas e a amostra referente a 6 horas às 15 horas, mais afastado do meio dia. No período total de exposição ao sol (6 horas compreendidas entre 9 horas e 15 horas) a radiação solar total é mais intensa às 13 horas.

Segundo Silva (2004), a eficiência do SODIS, está diretamente relacionada com a temperatura da água e com presença de radiação solar, sendo recomendado o mínimo de 50°C e tempo de exposição de 6 horas; entretanto em algumas regiões com baixa incidência de radiação solar ou presença de nuvens é recomendado que a exposição seja feita por períodos maiores, devido à fatores que possam limitar a eficiência da desinfestação, como a própria latitude do local, presença de nuvens, época do ano, entre outras. O uso do concentrador solar minimiza as interferências aumentando a eficiência do processo.

Os valores de pH encontrados no presente trabalho (Tabela 01) atendem a resolução 357/2005 do CONAMA (CONAMA, 2005). Conforme consta na Resolução, a faixa de pH dentro dos padrões para águas de irrigação está compreendida entre 6 e 9, se o pH estiver fora desta faixa é um indicativo de uma qualidade anormal da água ou ainda a presença de íons tóxicos. Assim, pelos resultados obtidos, percebe-se que para todas as amostras de água analisadas o pH encontra-se dentro do padrão estabelecido. Segundo (CETESB, 2015) o pH da água é afetado pela composição do solo por onde a precipitação escoar superficialmente ou percola no perfil. Outra fonte de alteração do pH é advinda de ações antropogênicas, através de despejos domésticos e industriais.

### 3.2. Coliformes Totais

A presença de coliformes totais foi identificada até a diluição 10<sup>-2</sup>. O NMP encontrado foi de 50 UFC/100mL.

Os resultados referentes ao número mais provável (NMP) de coliformes totais (Ct) encontrados nas amostras de água do açude estão na Tabela 2. O número de coliformes totais encontrados na repetição 2 ( $\geq 1600$  NMP 100 g<sup>-1</sup>) apresentou-se acima do permitido

para irrigação ( $\leq 1000$  NMP/100 g<sup>-1</sup>). Esses valores evidenciam alta contaminação de origem fecal, o que pode estar relacionada à entrada de dejetos provenientes da comunidade rural próxima ao açude, além da presença de animais próximos às margens.

A água do açude do Campus II atualmente está com sua qualidade prejudicada por estar próximo a uma comunidade rural que não tem sistema de captação e tratamento de esgotos. Além disso, a região está enfrentando um período de estiagem que faz com que concentre uma quantidade maior de contaminantes no reservatório.

**Tabela 2.** População (NMP) de coliformes totais na água do açude com diluição até 10<sup>-3</sup>

Amostra	Combinação de Tubos +	NMP 100 g <sup>-1</sup>	Intervalo de confiança (95%)	
			Mínimo	Máximo
R1	4-1-1	21	9,0	55
R2	5-5-5	$\geq 1.600$	-	-
R3	5-5-0	240	100	940

Costa (2015) analisando a qualidade da água do rio Itapecuru no perímetro urbano do município de Caxias, Maranhão também encontrou o valor  $\geq 1600$  NMP 100 g<sup>-1</sup> em três amostras em locais diferentes do rio, sendo o mesmo valor para todas elas, evidenciando assim, que o rio em sua extensão encontra-se com alto índice de infecção. Segundo o autor, os altos índices do NMP podem ser justificados pelo lançamento de esgotos e resíduos no rio a montante e no meio do perímetro urbano da cidade, o que acarreta maior contaminação neste ponto.

Os resultados referentes ao número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT) encontrados nas amostras após tratamento com filtro e após o tratamento térmico por 2 h, 4 h e 6 h estão na Tabela 3.

As amostras T2 (4 h de exposição ao sol) e T3 (6 h de exposição ao sol) não apresentaram nenhum tubo positivo com unidades formadoras de colônias, confirmando que o sistema SODIS associado ao concentrador solar inativou 100% dos coliformes totais após esses tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA (2004) que avaliou a desinfestação de água utilizando energia solar (SODIS) na inativação e recrescimento bacteriano, tendo eliminado 100% das bactérias após quatro horas de exposição à radiação solar.

De acordo com os resultados demonstrados nas Tabelas 2 e 3, as amostras de água proveniente do açude, do tratamento T1 (2 h de exposição ao sol) e F (após tratamento com filtro) obtiveram resultado positivo para coliformes totais. Destacando-se a repetição 2 da água do açude, com contaminação acima do limite permitido pelo CONAMA, 2005.

**Tabela 3.** Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais na água do açude, após tratamento com filtro e após o tratamento térmico por 2 h, 4 h e 6 h

Tratamentos	Repetição	Número de Tubos +	NMP 100 g <sup>-1</sup>	Intervalo de confiança (95%)	
				Mínimo	Máximo
2 h de exposição a luz solar	R1	10	>23	13,5	Infinito
	R2	10	>23	13,5	Infinito
	R3	10	>23	13,5	Infinito
4 h de exposição a luz solar	R1	0	<1,1	0	3,0
	R2	0	<1,1	0	3,0
	R3	0	<1,1	0	3,0
6 h de exposição a luz solar	R1	0	<1,1	0	3,0
	R2	0	<1,1	0	3,0
	R3	0	<1,1	0	3,0
Filtro	R1	10	>23	13,5	Infinito
	R2	10	>23	13,5	Infinito
	R3	10	>23	13,5	Infinito

O grupo coliformes totais inclui as bactérias Gram negativas, não esporogênicas, anaeróbias facultativas, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35 °C. Sua quantificação na água e/ou alimentos é menos representativa como indicação de contaminação fecal, porque este grupo inclui também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas (SILVA et al., 2005). Por isso, torna-se necessário analisar a presença de coliformes termotolerantes nas amostras que apresentaram contaminação por coliformes totais.

### 3.3. Coliformes Termotolerantes

Quanto à ocorrência de coliformes termotolerantes (45°C), os valores encontrados na água do açude variaram entre < 2 a 34 NMP g<sup>-1</sup> (Tabela 04).

**Tabela 4.** Número Mais Provável (NP) de coliformes termotolerantes na água do açude

Amostras	Combinação de Tubos +	NMP 100 g <sup>-1</sup>	Intervalo de confiança (95%)	
			Mínimo	Máximo
R1	0-0-0	< 2	-	-
R2	1-1-1	6	2,0	18
R3	4-4-0	34	16	80

Para a água após tratamento com filtro e após o tratamento térmico por 2 h, também houve ocorrência de coliformes termotolerantes, onde os valores encontrados variaram entre 6,9 a 23 NMP g<sup>-1</sup> (Tabela 05).

**Tabela 5.** Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes na água após o tratamento térmico por 2h e após tratamento com filtro

Tratamentos	Repetição	Número de Tubos +	NPM 100 g <sup>-1</sup>	Intervalo de confiança (95%)	
				Mínimo	Máximo
2h de exposição a luz solar	R1	7	12	4,3	27,1
	R2	6	9,2	3,1	21,1
	R3	9	23	8,1	59,5
Filtro	R1	5	6,9	2,1	16,8
	R2	8	16,1	5,9	36,8
	R3	7	12	4,3	27,1

A presença de coliformes termotolerantes na água para irrigação de hortaliças é preocupante, visto que as hortaliças são consumidas em grande parte sem cozimento. Coliformes termotolerantes são bactérias indicadoras de contaminação fecal, que se confirma com a presença de *E.coli*. A presença deste microrganismo provém de contaminação com fezes de animais homeotérmicos ou com esgotos domésticos e, portanto, podem indicar a presença de microrganismos patogênicos de transmissão hídrica e alimentar que podem favorecer o aparecimento de doenças infecciosas graves como cólera, salmoneloses, shigeloses e hepatites, entre outras.

Os valores de coliformes termotolerantes encontrados nas amostras (Tabela 4 e 5) estão abaixo do valor estabelecido pela Resolução 430/2011 (CONAMA, 2005) que é de 200 NMP 100 mL<sup>-1</sup>. Das cinco amostras analisadas, três da água do açude apresentaram coliformes termotolerantes, uma da água após tratamento com filtragem e a uma da água após o tratamento térmico por 2 horas.

Em todas as amostras semeadas houve o desenvolvimento de colônias típicas de *E. coli* (nucleadas com centro preto, com ou sem brilho metálico).

#### 4. CONCLUSÕES

A água do açude do campus II da UEPB apresenta contaminação com coliformes fecais.

Os parâmetros físico-químicos analisados (pH e condutividade elétrica) não foram influenciados pela filtragem e tratamento térmico.

A filtragem não elimina as bactérias termotolerantes.

Houve presença de *Escherichia coli* nas amostras de água do açude, filtragem e após 2 h de exposição ao sol.

O uso do filtro associado ao método SODIS com concentrador solar após quatro horas de exposição à radiação solar elimina 100% das bactérias termotolerantes, sendo os métodos potenciais para serem utilizados pelos agricultores para a desinfestação de água.

#### LITERATURA CITADA

ASGHARNEJAD, H., NAZLOO, E. K., LARIJANI, M. M., HAJINAJAF, N., RASHIDI, H. Comprehensive review of water management and wastewater treatment in food processing industries in the framework of water-food-environment nexus. **Comprehensive Review in Food Science Food Safety**, v.20, n.5, p.4779-4815, 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005. Brasília: CONAMA, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 11 abr. 2022.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (Resolução nº 12). Brasília: Ministério da Saúde, 2001. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012\\_02\\_01\\_2001.html#:~:text=Adotou%20a%20seguinte%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20e,MICROBIOLOGI%20PARA%20ALIMENTOS%2C%20em%20Anexo](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html#:~:text=Adotou%20a%20seguinte%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20e,MICROBIOLOGI%20PARA%20ALIMENTOS%2C%20em%20Anexo). Acesso em: 6 maio. 2022.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos (Org.). **Reactores anaeróbios: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte: Ufmg, 2007. 246 p.

COSTA, C. F.; AZEVEDO, C. A. S. de; FERREIRA, S. de S.; MOURA, E. P. da S. Análise microbiológica da água do rio Itapecuru em Caxias, MA, Brasil. **Revista Interface**, v.10, p.274-283, 2015.

CRUZ, Marcelo Pereira. Identificação da macrofauna artrópoda no município de Lagoa Seca. In: CONGRESSO PARAIBANO DE AGROECOLOGIA, 2010, Lagoa Seca. **Anais**. Lagoa Seca: Uepb, 2010. v.1, p.1-5.

DIAS, B. C. O.; GAZZINELLI, S. E. P. Verificação e identificação de formas parasitárias em culturas de alface (*Lactuca sativa*) na Estância Turística de São Roque. **Scientia Vitae**, v.1, n.3, p.27-34, 2014.

SILVA, M. J. M. da. **Desinfecção de Água utilizando Energia Solar (SODIS): Inativação e Recrescimento Bacteriano.** São Paulo: Unicamp, 2004. 81p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil).

SILVA, N da.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análises microbiológica da água.** 5 ed. São Paulo: Varela, 2005. 163 p.

SOUTO, R. A. de. **Avaliação sanitária de água de irrigação e de alfaces (Lactuca sativa L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba.** Paraíba: UFPB, 2005. 70 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia).

WEGELIN, Martin.; MEIERHOFER, Regula. **Desinfecção solar da água: Guia de aplicações do SODIS.** Instituto Federal Suíço de Ciências e Tecnologia Aquática – EAWAG. Departamento de Saneamento e água para países em desenvolvimento – SANDEC, Dubendorf, 2002.

WHO (Org.). **World Health Organization:** O abastecimento de água, o saneamento e o uso de águas residuárias. 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

**BIOCHAR COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM RABANETE**

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.003

Rilbson Henrique Silva dos Santos<sup>1</sup>, Lígia Sampaio Reis<sup>1</sup>, Mirandy dos Santos Dias<sup>2</sup>, Hugo Rodrigues dos Santos<sup>1</sup>, Clécio Lima Tavares<sup>1</sup>, Vicente Ferreira de Araújo Neto<sup>1</sup>, Reinaldo de Alencar Paes<sup>1</sup>, Luiz Gabriel Souza Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Campus CECA, Rio Largo, AL, e-mail: rilbsonagro@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/CTRN/UFPG, Campina Grande-PB

**RESUMO**

Aumentos significativos na salinidade são impedimentos para qualquer cultivo, principalmente em espécies olerícolas. O biochar, obtido pelo processo de pirólise aplicado de forma correta no solo pode servir como corretivo, bem como, fonte de nutrientes ao solo, sendo portanto um substrato de grande interesse agrícola. Alguns substratos podem reduzir os níveis de sal no solo e viabilizar a produção de culturas olerícolas. Diante desse contexto, objetivou-se avaliar a influência do biochar como atenuante do estresse salino na cultura do de rabanete. Os tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e ausência (SUB1) e presença de biochar (SUB2), aplicados no solo. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 5 × 2. Combinados os fatores resultaram em 10 tratamentos com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 40 parcelas experimentais. O aumento linear da salinidade da água de irrigação, reduziu 43,04% a altura e 81,14% a massa seca de raiz de plantas de rabanete quando comparado a condutividade elétrica de 0,5 com a de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Níveis crescentes de salinidade da água de irrigação reduz a altura de plantas e a massa de raiz de plantas de rabanete, sem efeito interativo entre os fatores. A adição de biochar atenua os efeitos nocivos da salinidade sobre a área foliar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Raphanus sativus*, estresse salino, atenuante.

**1. INTRODUÇÃO**

O cultivo do rabanete (*Raphanus Sativus L.*) vem ganhando destaque entre os olericultores, devido às características atraentes, como ciclo curto, rusticidade e rápido retorno financeiro (MATOS et al., 2015). Devido ao rápido desenvolvimento, o rabanete requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período de tempo (COUTINHO NETO et al, 2010).

Por ser uma cultura produzida em grande maioria por pequenos e médios olericultores, na maioria das vezes a água utilizada na irrigação é oriunda de fontes superficiais, conseqüentemente com alto teor de sais dissolvidos (OLIVEIRA et al, 2010).

O estresse salino é responsável por uma gama de impactos negativos no crescimento vegetal, promovendo alterações em funções metabólicas, fisiológicas e também anatômicas das plantas (DUTRA et al, 2017). Um dos métodos capazes de diminuir os efeitos danosos dos sais às plantas é a adição de substâncias que reduzam a intensidade dos mesmos sobre o crescimento das plantas e possibilita potencialmente o uso de águas salinas, como biofertilizantes (DINIZ et al, 2013).

Material resultante da queima incompleta da madeira em caldeiras, o biochar apresenta-se inerte e com baixa condutividade elétrica, configurando-se como alternativa

para viabilizar o uso de compostos orgânicos com alta concentração de nutrientes. Além disso, existem inúmeras vantagens no uso do biochar nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos substratos (SANTOS, 2016). Entre elas, está diretamente relacionado com os atributos químicos do solo, e que o seu efeito primordial é o aumento do pH do solo, de grande benefício em solos tropicais, que são geralmente ácidos (LIMA et al, 2018) e, como consequência, o aumento da capacidade de troca catiônica do solo, que vai resultar em uma maior disponibilidade de nutrientes neste e melhora a qualidade do solo para o crescimento e desenvolvimento da cultura (SILVA et al, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do biochar como atenuante do estresse salino na cultura do rabanete.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL – CECA), localizado na Cidade de Rio Largo, AL, nas coordenadas 9° 27' 55" S e 35° 49' 46" W, com altitude de 127 metros e temperatura entre 29 °C e 21 °C a pluviosidade média anual da região é de 1.800 mm (SOUZA et al, 2004).

Os tratamentos foram obtidos da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 dS m<sup>-1</sup>), na ausência (SUB1) e presença de biochar (SUB2), aplicados no solo. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 5 × 2. Combinados os fatores resultaram em 10 tratamentos com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 40 parcelas experimentais.

Para a produção de mudas de rabanetes foram utilizadas sementes da variedade 'Saxa', cuja germinação iniciou-se entre 7 a 10 dias. A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno, sendo distribuídas três por célula. Aos sete dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso sendo a mais vigorosa.

Foi realizada a análise dos atributos químicos do solo no Laboratório de solos (CECA - UFAL), cujo resultados foram: pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>: 6,0; P: 8,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; K: 8,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg: 5,84 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al: 0,03 cmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al: 4,20 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (t): 8,19 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (T): 10,09 cmolc dm<sup>-3</sup>. Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, mediante a aplicação de 2,4 g de CaCO<sub>3</sub> por vaso.

O início do experimento caracterizou-se por elevar a umidade do solo à capacidade de campo; para isto, foram pesados quatro vasos de cada tratamento com capacidade de até 2 kg, contendo os substratos, dispostos em uma bancada de madeira à 1 m do solo, logo após, saturou-se os vasos com água, envolvendo-os individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO et al, 2000). Cessada a drenagem (após dois dias), retirou-se os plásticos, e logo após, os vasos foram pesados em balança digital, obtendo-se assim, o peso-controle, correspondente à capacidade de campo que foi de 345 mL para o SUB1 e 505 mL para o SUB2. Adotou-se um fator de lixiviação igual a zero onde, diariamente, dois vasos de cada tratamento

eram pesados, obtendo-se a média desses valores e retornando-se, então, ao peso-controle. A cada quinze dias foi necessário corrigir o peso controle (acréscimo de 100 g) para compensar o desenvolvimento da planta.

Os níveis de salinidade utilizados foram: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, utilizando-se 0,32; 0,96; 1,60; 2,24 e 2,88 g L<sup>-1</sup> de NaCl, respectivamente nos tratamentos. A escolha desses níveis, teve como base a salinidade limiar do rabanete encontrado na literatura. A aplicação dos tratamentos se deu com base na demanda hídrica da cultura, onde diariamente dois vasos de cada tratamento eram pesados e posteriormente irrigados, uma vez por dia, com as soluções salinas.

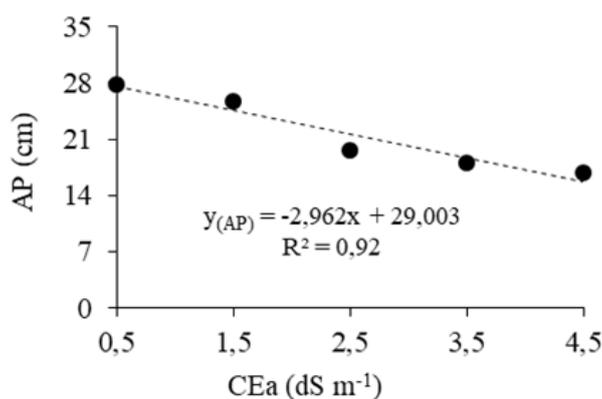
Foram avaliados a altura de plantas (AP- cm), área foliar (AF- cm<sup>2</sup>) e massa seca de raízes (MSR - g), aos 40 dias após o transplântio (DAT). Para a determinação da AF, foi utilizado o integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor. Para a MSR, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e em seguidas levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por um período de 72 horas, e pesadas em balança analítica (0,1 g).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados obtidos em função dos níveis de salinidade que tiveram efeito significativo foram ajustados por meio de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se o software ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, constatou-se que não houve efeito significativo entre os fatores salinidade e substratos, com exceção para área foliar, que foi significativo a 1%. Entretanto, para o fator salinidade foi observado significância ao nível de 1% para altura e massa seca da raiz de plantas de rabanete.

Com o aumento linear da salinidade da água de irrigação, verifica-se redução de 43,04% quando comparado a condutividade de 0,5 dS m<sup>-1</sup> (27,52 cm) com a condutividade de 4,5 (15,67 cm) (Figura 1).

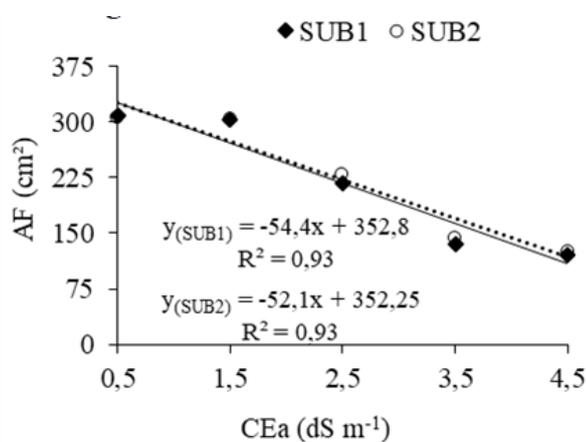


**Figura 1.** Altura de plantas de rabanete em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação

O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a elasticidade da parede celular,

reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (TAIZ et al., 2017). Dias et al. (2022), ao estudarem os efeitos da salinidade da água de irrigação na cultura do rabanete, constataram que o aumento da salinidade influenciava diretamente no crescimento dessa cultura, com redução de 13,5% do menor ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) para o maior ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) nível de salinidade.

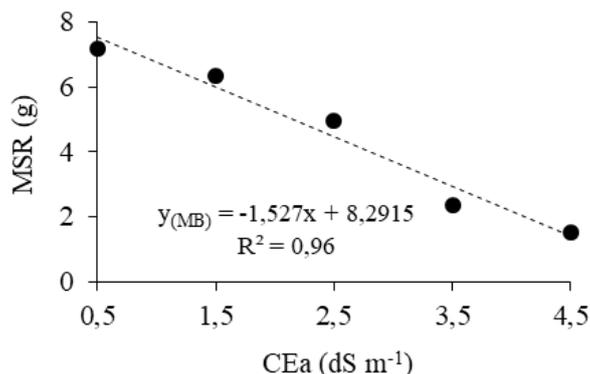
A partir do desdobramento da interação entre os fatores para área foliar (Figura 2), observa-se que a equação de regressão teve comportamento linear decrescente para os dois substratos estudados em relação ao aumento da condutividade da água de irrigação. Na ausência de biochar, a redução foi na ordem de 66,83%, quando que na presença de biochar foi 63,88% respectivamente quando comparados o menor com o maior nível de salinidade da água de irrigação.



**Figura 2.** Área foliar de plantas de rabanete cultivada em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água e dos substratos sob. SUB1- ausência e SUB2 - presença de biochar no solo

O processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha, para tanto, a área foliar, torna-se uma variável de grande importância no indicativa da produtividade agrícola (TAIZ et al., 2017). A redução da área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do carregamento de íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas (TESTER; DAVENPORT, 2003; YOUSIF et al, 2010).

Em relação a Figura 3, constata-se efeito decrescente dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação sobre a massa seca de raízes, de forma que os dados foram ajustados à equação de regressão linear. A redução foi de aproximadamente 81,14%, quando comparado a condutividade elétrica da água de irrigação de  $0,5$  em relação a condutividade de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Nesse contexto, tem-se uma redução de  $6,11 \text{ g}$  por aumento da CEa.



**Figura 3.** Massa seca da raiz de plantas de rabanete sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água

Esses resultados evidenciam que o excesso de sais na água de irrigação afeta diretamente o desenvolvimento da cultura. Redução significativa na massa da raiz e consequentemente na produção em resposta à salinidade também foram observados por Sousa et al. (2016), ao utilizarem água salobra e biofertilizantes. Esses resultados estão de acordo também com os encontrados por Santos et al. (2020), que ao estudarem o crescimento da cultura do rabanete cultivado sob níveis de salinidade na água de irrigação e adubação foliar, constaram que o aumento da salinidade da água de irrigação afeta negativamente a fitomassa dessa cultura.

Esses resultados negativos podem ser atribuídos ao aumento da concentração de sais no substrato, que atuam negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática, o alongamento celular e, em consequência, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017). Os danos ao crescimento das plantas de rabanete em relação aos níveis de salinidade da água de irrigação são consequência do excesso de íons absorvidos e posteriormente transportados para a parte aérea da planta, dessa forma excedem o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta (DIAS et al., 2022).

Considera-se que esses decréscimos na produção podem ser atribuídos ao aumento da concentração de sais no substrato, que atuam negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, e de acordo com (Taiz et al., 2017) vão inibindo a atividade meristemática, o alongamento celular e, em consequência, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

#### 4. CONCLUSÕES

Níveis crescentes de salinidade da água de irrigação reduzem a altura de plantas e a massa de raiz de plantas de rabanete, sem efeito interativo entre os fatores.

A adição de biochar atenua os efeitos nocivos da salinidade sobre a área foliar.

#### LITERATURA CITADA

COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. **Revista Núcleos**, v.7, n.2, p.105-114, 2010.

DIAS, M. S.; REIS, L. S.; SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. A.; SANTOS, J. P. O. Substratos e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação no cultivo do rabanete. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, v.15 n.1, 2022.

DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.470-475, 2013.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, Érika S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.91, p.323–330, 2017.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

LIMA, J. R. de S.; MORAES, S. W. de; MEDEIROS, E. V. de; DUDA, G. P.; CORRÊA, M. M.; MARTINS FILHO, A. P.; CLERMONT-DAUPHIN, C. ; ANTONINO, A. C. D.; HAMMECKER, C. Effect of biochar on physicochemical properties of a sandy soil and maize growth in a greenhouse experiment. **Geoderma**, v.319, p.14-23, 2018.

MATOS, R. M. de; SILVA, P. F. da; LIMA, S. C. de; CABRAL, A. de A.; DANTAS NETO, J. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.1, p.151-164, 2015.

OLIVEIRA, F. R. A. OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

SANTOS, F. T. **Parâmetros químicos e qualidade de salsa em função de substratos orgânicos associados ao biochar**. Cascavel: UNIOESTE, 2016. 84p. Tese de Doutorado.

SANTOS, R. H. S. dos; DIAS, M. dos S.; SILVA, F. de A. da; SANTOS, J. P. de O.; REIS, L. S.; TAVARES, C. L.; OLIVEIRA, I. V. G. de; SANTOS, H. R. dos; SANTOS, S. C. dos. Foliar fertilization in the culture of radish cultivated under salinity stress. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020.

SILVA, I. C. B. da; BASÍLIO, J. J. N.; FERNANDES, L. A.; COLEN, F.; SAMPAIO, R. A.; FRAZÃO, L. A. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. **Scientia Agricola**. v.74, n.5, p.378-382, 2017.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, J. L. de; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. da F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A. dos; SILVA, J. L. da; SILVA, P. R. T. da; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

YOUSIF, B. S., NGUYEN, T. N., FUKUDA, Y., HAKATA H., OKAMOTO, Y., MASAOKA, Y., SANEOKA, H. Effect of Salinity on Growth, Mineral Composition, Photosynthesis and Water Relations of Two Vegetable Crops; New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and Water spinach (*Ipomoea aquatica*), **Int. J. Agr. Biol**, v.12, p.211–216, 2010.

## PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO NO PIMENTÃO

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.004:

Jéssica Aragão<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Vera Lúcia Antunes de Lima<sup>1</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>1</sup>, André Alisson Rodrigues da Sila<sup>1</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>1</sup>, Jessica Dayane Capitulino<sup>1</sup>, Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB, e-mail: [jessica\\_aragao@outlook.com](mailto:jessica_aragao@outlook.com)

### RESUMO

O pimentão está entre as dez hortaliças de maior importância econômica no mercado brasileiro. É uma cultura que se desenvolve em climas quentes e úmidos. Todavia, o cultivo de pimentão em regiões semiáridas pode ser reduzido com o uso de águas com elevadas concentrações de sais. Com isso, objetivou-se avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio como atenuador dos estresses salinos no pimentão ‘All Big’ utilizando o crescimento e pigmentos fotossintéticos como parâmetro. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação sob delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 × 5, referente a cinco condutividades elétricas - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 15, 30, 45 e 60 µM), com três repetições. A aplicação de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 15 e 30 µM reduz o efeito deletério do estresse salino sobre a altura de plantas e área foliar do pimentão ‘All Big’. A aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2 promove aumento na síntese de clorofila *a* e total nas plantas de pimentão sob irrigação com água de 0,8; 1,4 e 2,0 dS m<sup>-1</sup>. A salinidade da água de irrigação a partir de 0,8 dS m<sup>-1</sup> inibe o crescimento em diâmetro, o número de folhas do pimentão e reduz os teores de carotenoides ‘All Big’, aos 75 dias após a semeadura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum annuum* L., estresse abiótico, aclimação.

### 1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça utilizada na culinária de países subtropicais, principalmente pela versatilidade das formas de consumo e valor nutricional. O Brasil produz cerca de 5 milhões de toneladas ano<sup>-1</sup> de pimentão (GIACOMIN et al., 2021).

As áreas de cultivos no semiárido do Nordeste brasileiro possuem variações nas condições edafoclimáticas, sendo comum a ocorrência de fontes de águas com elevadas concentrações de sais. O excesso de sais nas águas podem induzir alterações fisiológicas, redução do crescimento e do rendimento. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos estresses iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), além disso, promove efeitos secundários, como o estresse oxidativo (SILVA et al., 2018).

O cultivo sob condições de estresse salino podem sofrer alterações fisiológicas que, em última análise, levam à redução do crescimento e do rendimento. A degradação dos pigmentos fotossintéticos, destruição de cloroplasto, redução da fluorescência da clorofila e consequente redução na taxa fotossintética líquida são alterações fisiológicas que podem ser provocadas às plantas devido a exposição ao estresse salino. A redução dos teores de clorofila de plantas submetidas ao estresse salino é comumente relatada,

podendo ser utilizados como parâmetros indicativos desse estresse nas plantas (CHUTIPAIJIT et al., 2011).

No entanto, as plantas podem desenvolver mecanismos para se aclimatar às condições de estresse salino. Dentre as alternativas que pode amenizar os efeitos do estresse salino destaca-se o uso de peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio é um subproduto da fotossíntese, produzido normalmente pela planta e eliminado pelo sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático. Em pequenas concentrações, o  $H_2O_2$  pode atuar como uma molécula sinalizadora do estresse, desempenhando função na ativação do sistema de defesa da planta (SILVA et al., 2020).

Nesse contexto, utilizou-se as variáveis de crescimento e pigmentos fotossintéticos para avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio como atenuador dos estresses salinos no pimentão ‘All Big’ irrigado com água salina e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de março de 2022 a julho de 2022 em ambiente protegido (casa de vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil, cujas coordenadas geográficas locais são 07° 15 '18" S, 35° 52' 28" W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial  $5 \times 5$ , correspondendo a cinco condutividades elétricas - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS  $m^{-1}$ ) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio -  $H_2O_2$  (0, 15, 30, 45 e 60  $\mu M$ ), resultando em vinte e cinco tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados a lisímetros de drenagem com capacidade de 10 L, contendo uma tela de malha fina na base e conectada a um coletor de água drenada por meio de uma mangueira com diâmetro interno de 3 mm e externo de 5 mm. Acima da tela, os vasos receberam uma camada de brita de 3 cm de espessura e 12 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia de Teixeira et al. (2011):  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Al^{3+} + H^+$  = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2 e 19,3  $cmolc\ kg^{-1}$ , respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes ( $dS\ m^{-1}$ ) = 1,0; matéria orgânica = 1,36%; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0  $dag\ kg^{-1}$ , respectivamente; densidade aparente 1,39 ( $g\ cm^{-3}$ ).

Na semeadura foram utilizadas cinco sementes distribuídas de forma equidistante em cada lisímetro, à profundidade de 2 cm. Após a emergência das plântulas, foi realizado desbaste em duas etapas, quando as plantas apresentavam com dois e três pares de folhas definitivas, respectivamente, deixando-se no último desbaste, uma planta por recipiente.

As adubações com N, P e K foram realizadas segundo recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 50 mg de N, 150 mg de  $P_2O_5$  e 75 mg de  $K_2O\ kg^{-1}$ , nas formas de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. Os adubos foram aplicados via fertirrigação, aos a partir de 30 dias após a semeadura (DAS) e divididas em 12

aplicações. A adubação foliar de micronutrientes foi realizada quinzenalmente, com solução nutritiva na concentração de 1,0 g L<sup>-1</sup> do produto comercial Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,05%), aplicados nas faces adaxial e abaxial.

As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O em água de abastecimento de Campina Grande (0,38 dS m<sup>-1</sup>), sendo considerada a relação entre a concentração de sais e a CEa, segundo Richards (1954). A irrigação foi realizada de modo a manter a umidade do solo em nível próximo à capacidade de campo, utilizando volumes de água de acordo com cada tratamento.

As aplicações foliares de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 30 DAS e se repetiram com intervalo de 12 dias até o aparecimento do primeiro fruto (80 DAS), totalizando 4 aplicações. Foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador manual de 1,6 L.

Aos 50 dias após a semeadura, avaliou-se os efeitos dos tratamentos sobre os pigmentos fotossintéticos através do teor de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides. Os pigmentos fotossintéticos foram determinados de acordo com Arnon (1949). Aos 75 dias após o semeio foi determinado o crescimento das plantas de pimentão através da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF).

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de condutividade elétrica da água e concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ( $p \leq 0,01$ ) todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A altura de plantas (AP) e a área foliar (AF) também foram influenciadas de forma significativa ( $p \leq 0,01$ ) pelas concentrações de peróxido de hidrogênio. A interação entre os níveis de condutividade elétrica da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) afetou de forma significativa a AP e AF das plantas de pimentão.

**Tabela 1.** Resumo do quadrado médio, referente à altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas por planta (NF) e área foliar (AF) do pimentão irrigado com águas salinas e aplicação de peróxido de hidrogênio, aos 75 dias após a semeadura

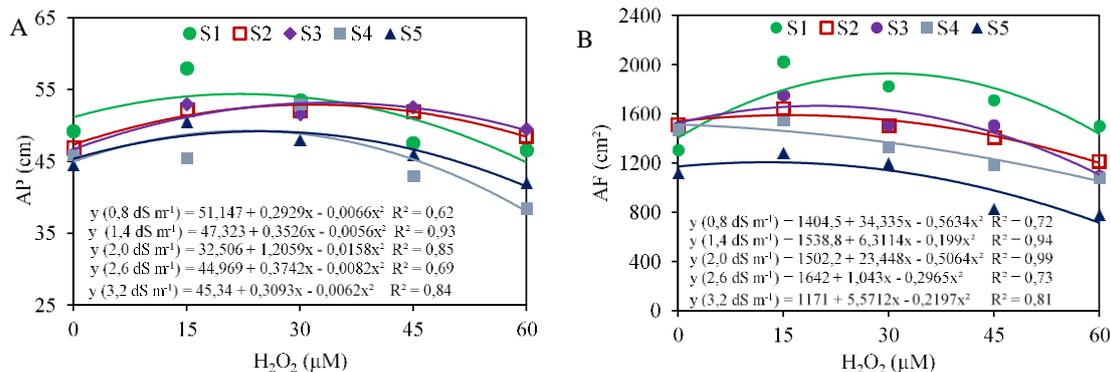
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		AP	DC	NF	AF
Níveis Salinos (NS)	4	28,91**	3,07**	820,56**	414749,35**
Regressão linear	1	110,51**	9,25**	**	1594872,48**
Regressão quadrática	1	0,83 <sup>ns</sup>	2,17 <sup>ns</sup>	ns	44144,09 <sup>ns</sup>
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	132,21**	2,218 <sup>ns</sup>	79,22 <sup>ns</sup>	200998,38**
Regressão linear	1	18,02 <sup>ns</sup>	-	-	520,65 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	325,62**	-	-	629192,50**
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	16	110,03**	1,40 <sup>ns</sup>	165,61 <sup>ns</sup>	318451,44**
Blocos	2	6,60 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	63,74 <sup>ns</sup>	26095,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	5,63	0,57	34,65	44728,99

CV (%)	4,97	8,49	10,68	15,56
--------	------	------	-------	-------

GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ .

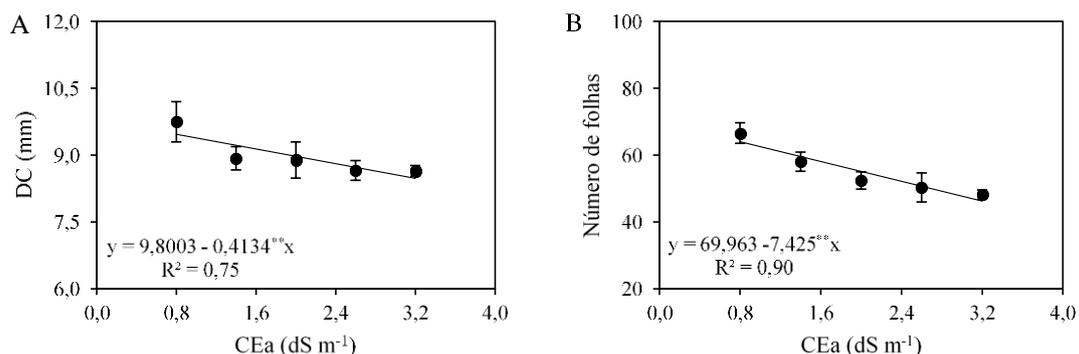
A AP (Figura 1A) reduziu com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação nas plantas que não receberam peróxido de hidrogênio ( $0 \mu\text{M}$ ), com decréscimos de 22,19% por aumento unitário da CEa. Contudo, a aplicação de  $15 \mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , associada a irrigação com CEa de 0,8; 1,4; e  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  foram obtidos os maiores valores de AP maiores, sendo um indicativo de que concentrações adequadas o peróxido de hidrogênio atua como agente na aclimação das plantas ao estresse salino.

Assim como a altura de plantas, quando aplicado  $\text{H}_2\text{O}_2$  na concentração estimada de  $30,49 \mu\text{M}$ , mesmo estando em associação com salinidade de 0,8; 1,4 e  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ , a área foliar foi maior que no tratamento testemunha ( $0 \mu\text{M}$ ) e o maior valor de AF foi visto na CEa de  $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ . O efeito benéfico do peróxido de hidrogênio em baixas concentrações pode estar associado ao seu papel de molécula sinalizadora, regulando diversas vias, incluído respostas ao estresse salino (Baxter et al., 2014), esse feito pode ter contribuído para o maior crescimento das plantas, sendo demonstrado na altura de plantas área foliar.



**Figura 1.** Altura de plantas - AP (A), área foliar - AF (B) de plantas de pimentão em função da interação dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio

O diâmetro de caule (Figura 2A) e o número de folhas (Figura 2B) reduziram de forma linear com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo os decréscimos de 51,65 e 10,61% por incremento unitário da CEa. As plantas cultivadas sob estresse salino podem sofrer alterações na sua fisiologia o que resulta na redução do seu crescimento devido aos efeitos iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), além dos efeitos secundários, como o estresse oxidativo (SILVA et al., 2018).



**Figura 2.** Diâmetro de caule - DC (A), número de folhas - NF (B) das plantas de pimentão, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Em pesquisa desenvolvida por Lima et al. (2016), avaliando crescimento e produção do pimentão 'All Big', submetidos a níveis salinos de 0,6 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> também observaram reduções no crescimento com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação. No entanto, quando foi aplicada concentrações de peróxido de hidrogênio em 15 µM até a CEa de 2,0 dS m<sup>-1</sup> nota-se uma atenuação dos efeitos deletérios do estresse salino, já as concentrações de 45 e 60 µM intensificaram os efeitos danoso do estresse salino.

Para os pigmentos fotossintéticos, os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ( $p \leq 0,01$ ) todas as variáveis analisadas, exceto a clorofila *b* (Cl *b*) (Tabela 1). A clorofila *a* (Cl *a*) e clorofila total (Cl *t*) também exibiram efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para o peróxido de hidrogênio. A Cl *a* e Cl *t* foram influenciadas de forma significativa ( $p \leq 0,01$ ) pela interação entre os níveis salinos da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio (NS×H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

**Tabela 1.** Resumo do teste F, referente à clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), carotenoides (Car) e clorofila total (Cl *t*) do pimentão irrigado 'All Big' com águas salinas e aplicação de concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após a semeadura

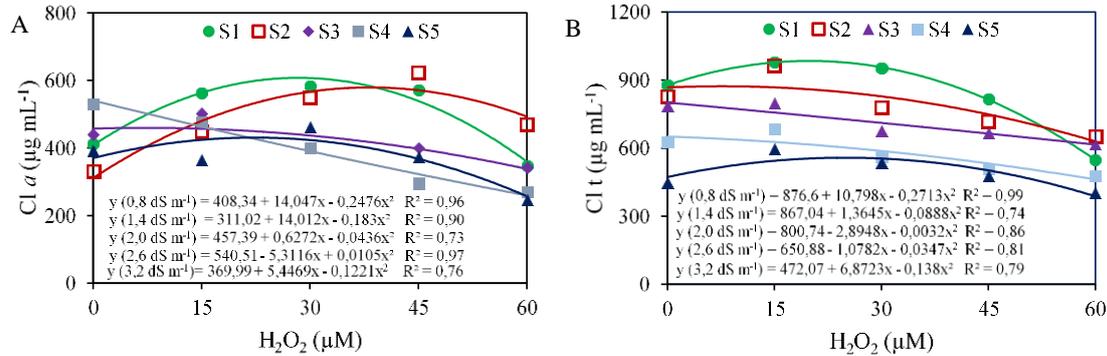
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	Cl <i>t</i>
Níveis salinos (NS)	4	46538,87**	18977,02 <sup>ns</sup>	5901,34**	116517,51**
Regressão linear	1	176340,44**	-	21704,28**	446404,47**
Regressão quadrática	1	327,57 <sup>ns</sup>	-	175,87 <sup>ns</sup>	14515,91 <sup>ns</sup>
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	39244,17**	20266,19 <sup>ns</sup>	3787,50 <sup>ns</sup>	113151,06**
Regressão linear	1	10476,92 <sup>ns</sup>	-	-	55480,47 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	121825,06**	-	-	301299,03**
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	16	24868,00**	19939,33 <sup>ns</sup>	3815,93 <sup>ns</sup>	67871,24**
Blocos	2	32476,63*	50866,53 <sup>ns</sup>	3605,21 <sup>ns</sup>	164448,79**
Resíduo	48	10067,23	8503,62	945,29	26932,80
CV (%)		23,23	-	37,53	15,56

GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ .

As plantas submetidas a irrigação com CEa de 0,8; 1,4 e 2,0 dS m<sup>-1</sup> obtiveram os valores máximos de 607,6, 579,2, e 459,6 µg mL<sup>-1</sup> sob aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2 µM, respectivamente (Figura 3A). Por outro lado, as plantas submetidas a CEa de 2,6 dS m<sup>-1</sup> reduziram de forma linear os teores de clorofila *a*, sendo os decréscimos de 1,47% por incremento unitário da CEa. A diminuição na síntese de clorofila *a* (Cl *a*), em consequência 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 resposta 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).

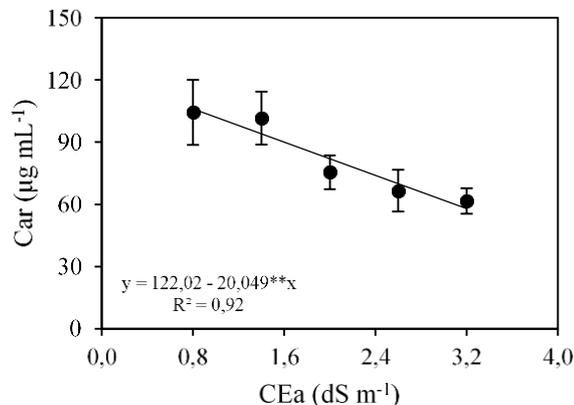
Para a clorofila total, as plantas submetidas com CEa de 0,8 e 1,4 dS m<sup>-1</sup> obtiveram os valores máximos de 948,05 e 872,28 µg mL<sup>-1</sup> sob aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações

estimadas de 19,9 e 7,8  $\mu\text{M}$ , respectivamente (Figura 3B). O maior valor de clorofila total foi percebido na CEa de 0,8  $\text{dS m}^{-1}$ , indicando que em concentrações adequadas àquelas plantas, o  $\text{H}_2\text{O}_2$  vem como agente auxiliador a aclimatação ao estresse salino. Em pequenas concentrações, o  $\text{H}_2\text{O}_2$  pode atuar como uma molécula sinalizadora do estresse, desempenhando função na ativação do sistema de defesa da planta (SILVA et al., 2020), esse feito pode ter contribuído para o aumento nos valores de clorofila *a* e clorofila total, mesmo quando estressadas.



**Figura 3.** Clorofila *a* – Cl *a* (A), clorofila total – Cl *t* (B) das plantas de pimentão ‘All Big’ em função da interação dos níveis salinos e concentrações de peróxido de hidrogênio

Os teores de carotenoides (Figura 4) reduziram de forma linear com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, cujo decréscimo foi 16,43% por incremento unitário da CEa. Comparando-se as plantas cultivadas sob CEa de 2,6  $\text{dS m}^{-1}$  em relação as submetidas ao menor nível salino (0,8  $\text{dS m}^{-1}$ ), verifica-se declínio de 36,2  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .



**Figura 4.** Carotenoides (Car) em função da condutividade elétrica da água de irrigação

#### 4. CONCLUSÕES

A aplicação de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 15 e 30  $\mu\text{M}$  reduz o efeito deletério do estresse salino sobre a altura de plantas e área foliar do pimentão ‘All Big’.

A aplicação de  $\text{H}_2\text{O}_2$  nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2  $\mu\text{M}$  promove aumento nas síntese de clorofila *a* e total nas plantas de pimentão sob irrigação com água de 0,8; 1,4 e 2,4  $\text{dS m}^{-1}$

A salinidade da água a partir de 0,8 dS m<sup>-1</sup> inibe o crescimento em diâmetro e o número de folhas do pimentão e reduz teores de carotenoides nas plantas de pimentão ‘All Big’.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo consentimento de recursos para desenvolver essa pesquisa, a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEA, pela disponibilização da área e para os colaboradores desse trabalho.

## LITERATURA CITADA

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. EROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n.5, p.1229–1240, 2014.

CHUTIPAIJIT, S.; CHA-UM, S.; SOMPORNPAILIN, K. High contents of proline and anthocyanin in increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. indica. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, n.10, p.1191-1198, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p.529-535, 2019.

GIACOMIN, R. M.; RUAS, C. F.; BABA, V.Y.; de GODOY, S. M.; SUDRÉ, C. P.; BENTO, C. dos S.; da CUNHA, M.; GERONIMO, I. G. da C. RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. Phenotypic, molecular and pathogenic characterization of *Colletotrichum scovillei* infecting *Capsicum* species in Rio de Janeiro, Brazil. **PeerJ**, v.9, p.e10782, 2021.

LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B. dos; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão ‘All Big’. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513-522, 2016.

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 Informação Tecnológica 1991. p.189- 253.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U. S. **Department of Agriculture. Agriculture Handbook**, 1954. 160 p.

SILVA, E. M. da; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. da S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water

and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.11, p.776-781, 2018.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. DE P.; VELOSO, L. L. de S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e55671, p.1-10, 2020.

TABOT, P. T.; ADAMS, J.B. Early responses of *Bassia diffusa* (Thunb.) Kuntze to submergence for diferente salinity treatments. **South African Journal of Botany**, v.84, n.3, p. 19-29, 2013.

## MORFOFISIOLOGIA DA GOIABEIRA EXERTADA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.005

Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>1</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>1</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>1</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Francisco de Assis da Silva<sup>1</sup>, Jéssica Aragão<sup>1</sup>, Valesca Karoline Nunes Oliveira<sup>1</sup>, Alysson Jonhny Torres Mendonça<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: cassianonogueiraagro@gmail.com

### RESUMO

A limitação de água de baixa condutividade elétrica para irrigação no semiárido nordestino é uma realidade nos dias atuais, sendo comum a ocorrência de elevadas concentrações de sais. Dessa forma, o cultivo de fruteiras irrigadas nesta região necessita de alternativas para amenizar os efeitos do estresse salino. Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas da goiabeira cv. Paluma sob condições de estresse salino e aplicação foliar de ácido salicílico na fase de pós-enxertia. O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação em Campina Grande – PB. Os tratamentos resultaram da combinação de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de ácido salicílico -AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 3 repetições, perfazendo 24 unidades experimentais. A irrigação com água de 3,2 dS m<sup>-1</sup> reduz a concentração interna de CO<sub>2</sub>, transpiração e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> da goiabeira cv. Paluma aos 610 dias após o transplante. O diâmetro caule do porta-enxerto, diâmetro caule do enxerto, volume de copa e diâmetro de copa reduz com o aumento da salinidade. O ácido salicílico em concentração de até 3,6 mM não ameniza o estresse salino em plantas de goiabeira cv. Paluma.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium guajava* L., semiárido, escassez hídrica.

### 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira é uma frutífera pertencente à família Myrtaceae, sendo a produção distribuída em todo território nacional, em função da versatilidade de formas de uso deste fruto, seu consumo pode ser de forma in natura ou através de processados como, por exemplo, geleias, sucos, compotas dentre outros (OLIVEIRA et al., 2015).

Apesar da goiabeira se destacar pela grande importância para a região semiárida do Nordeste, as características de clima como irregularidade pluviométrica e altas taxas de evaporação fazem com que a sua produção seja limitada durante parte do ano (Machado; SERRALHEIRO, 2017). Dessa forma, a prática de irrigação é uma das alternativas indispensável pra uma produção contínua (SILVA et al., 2018; LIMA et al., 2022), no entanto as principais fontes com água disponível nesta região se caracterizam com altas concentrações de sais, que ocasiona efeitos deletérios sobre as plantas, em função dos efeitos osmóticos e iônico sendo necessário o uso de estratégias para atenuar tais efeitos (LIMA et al., 2016).

Uso de compostos aplicados de forma exógena vem sendo difundido e dentre eles se destaca o ácido salicílico, cujo papel está relacionado a sinalização de genes capaz de mitigar os efeitos de estresses podendo ser de origem biótico e abiótico (WANG et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a morfofisiologia da goiabeira cv. Paluma sob condições de estresse salino e aplicação foliar de ácido salicílico na fase pós-enxertia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2020 a dezembro de 2021 sob condições de casa de vegetação, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07° 15' 18'' latitude S, 35° 52' 28'' de longitude O e altitude média de 550 m. Possui um clima com temperaturas mais moderadas: Tropical com estação seca do tipo As, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (AZEVEDO et al, 2015).

Os tratamentos resultaram da combinação de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 3 repetições, perfazendo 24 unidades experimentais.

O maior nível de CEa foi estabelecido com base em estudos desenvolvidos por Bezerra et al. (2019) com a goiabeira cv. Paluma. As concentrações de ácido salicílico (AS) foram determinadas de acordo com pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2020) com a cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas a partir da dissolução em 30% de álcool etílico (pureza de 95,5%) em água destilada, devido ser uma substância que possui baixa solubilidade em água à temperatura ambiente. No preparo da solução utilizou-se um adjuvante Wil fix® na concentração de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de solução para diminuir a tensão superficial das gotas na superfície foliar (nas faces adaxial e abaxial).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. Na base inferior de cada lisímetro foi instalado um dreno com 16 mm de diâmetro para a drenagem do excesso de água e conectada em recipiente para coleta de água drenada e posterior 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.

O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-argilo-arenoso (0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, cujos atributos químicos e físicos (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicas do solo utilizado no experimento

Características químicas								
pH H <sub>2</sub> O	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
1:2,5	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol. kg <sup>-1</sup>					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
Características químicas			Características físicas					
CE <sub>ca</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
dS m <sup>-1</sup>	cmol. kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black;  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  extraídos com KCl 1 M pH 7,0;  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  extraídos utilizando-se  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M pH 7,0;  $\text{Al}^{3++}\text{H}^+$  extraídos utilizando-se  $\text{CaOAc}$  0,5 M pH 7,0; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

A água de menor condutividade elétrica ( $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi obtida no sistema de abastecimento de água de Campina Grande, PB. O maior nível de CEa ( $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi preparada dissolvendo-se os sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , na proporção equivalente sugerida em 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento de Campina Grande, PB, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q = 640 \times \text{CEa} \dots\dots\dots(1)$$

em que:

Q = quantidade de sais a ser dissolvida ( $\text{mg L}^{-1}$ ); e,

CEa = condutividade elétrica da água ( $\text{dS m}^{-1}$ )

O transplântio ocorreu depois de 20 dias após a aquisição das mudas, em covas com dimensões de  $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$  e antes de serem transplantadas foram observadas se haviam enovelamento das raízes, depois do transplântio as mudas foram aclimatadas por um período de 50 dias, nesse período foram irrigadas com água de condutividade elétrica de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ .

Antes do transplântio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água com água de CEa de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ . A diferenciação dos níveis salinos teve início aos 75 DAT, sendo que a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro foi determinado pela Eq. 2:

$$\text{VI} = \frac{(\text{Va} - \text{Vd})}{(1 - \text{FL})} \dots\dots\dots(2)$$

em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume drenado (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), aplicando-se 100, 100 e 60 g por planta de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ . Como fontes foram utilizadas a ureia (45% de N), o cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) e o monoamônio fosfato (50% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 11% de N). As adubações tiveram início aos 15 DAT e foram realizadas em aplicações quinzenais e as adubações com micronutrientes foram realizadas quinzenalmente via foliar, com início aos 30 DAT, nas faces adaxial e abaxial, considerando-se as exigências nutricionais da cultura com

concentração de  $1 \text{ g L}^{-1}$  de Dripsol Micro® (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdênio).

Aos 610 DAT foram analisadas as trocas gasosas através da taxa de assimilação de  $\text{CO}_2 - A$  ( $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração -  $E$  ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática -  $g_s$  ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2 - C_i$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). As trocas gasosas foram determinadas utilizando-se um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro - SD, da ADC Bioscientific, UK).

Nas mesmas datas foram determinados o diâmetro do caule do porta-enxerto (DPE) e o diâmetro do caule do enxerto (DE) com uso de um paquímetro digital; diâmetro de copa (DCopa), obtido através da média do diâmetro da copa observado na direção da linha (DL) e da entrelinha (DE) de plantio. O volume da copa (VCopa), calculado a partir da altura da planta (H), DL e DE, e o índice de vigor vegetativo (IVV) serão calculados de acordo com a metodologia descrita por Portella et al. (2016), conforme a Eq. 3 e 4:

$$\text{VCopa} = \left(\frac{\pi}{6}\right) \times H \times \text{DL} \times \text{DE} \dots \dots \dots (3)$$

em que:

VCopa – volume de copa ( $\text{m}^3$ );

H – altura de plantas (m);

DL – diâmetro da copa na direção da linha (m); e,

DE – diâmetro da copa na direção da entrelinha (m).

$$\text{IVV} = \frac{[\text{H} + \text{DCopa} + (\text{DCab} \times 10)]}{100} \dots \dots \dots (4)$$

em que:

IVV – índice de vigor vegetativo;

H – altura de plantas (m);

DCopa – diâmetro de copa (m); e,

DCab – diâmetro de caule do porta enxerto (m).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) seguido da análise de variância pelo teste ‘F’. O teste ‘F’ foi aplicado para os níveis de condutividade elétrica da água ( $p \leq 0,05$ ), e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial linear, quadrática para as concentrações de ácido salicílico ( $p \leq 0,05$ ), usando o programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

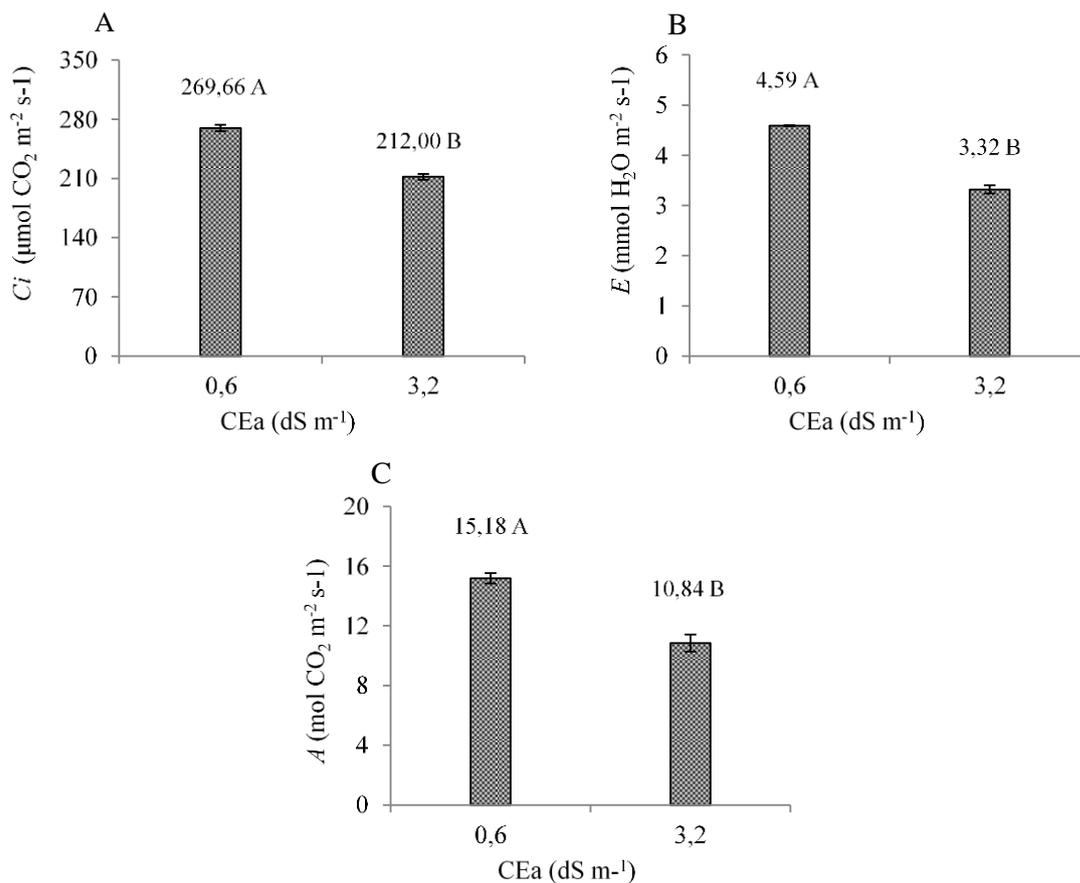
Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água para concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), a transpiração ( $E$ ), e a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) da goiabeira cv. Paluma (Tabela 2). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS  $\times$  AS) não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas, aos 610 DAT.

**Tabela 2.** Resumo do teste F para a concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), a transpiração ( $E$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ), e a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplântio

Fonte de variação	Teste F			
	<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>
Níveis salinos (NS)	ns	**	**	**
Ácido salicílico (AS)	ns	ns	ns	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (NS × AS)	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,91	9,98	4,79	9,77

<sup>ns</sup>, \*\*, \*: não significativo e significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente; CV – Coeficiente de variação

O incremento da salinidade afetou de forma negativa a concentração interna de CO<sub>2</sub>, (Figura 1A), a transpiração (Figura 1B), e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 1C) da goiabeira cv. Paluma quando irrigadas com água de 3,2 dS m<sup>-1</sup>. As plantas submetidas ao maior nível salino (3,2 dS m<sup>-1</sup>) tiveram redução de 21,38% (57,66 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); 27,66% (1,27 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 28,59% (4,34 mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) respectivamente na concentração interna de CO<sub>2</sub>, transpiração e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, diferindo de forma significativa das irrigadas com água de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. As alterações nas trocas gasosas são decorrentes do efeito osmótico e iônico, ocasionando a redução na absorção de água e nutrientes e causando toxidez nas células devido a produção de EROs resultando em danos a eficiência fotoquímica e a atividade da Ribulose 1,5 bisfosfato carboxilase oxigenase (ARIF et al., 2020). Resultados semelhantes foram constatados por outros autores onde observaram que a medida que aumentava a salinidade da água as trocas gasosas foram reduzidas como observados por Fernandes et al. (2021) em pinheira (*Annona squamosa* L.), bem como Silva et al. (2020) em gravioleira (*Annona muricata* L.) e Bezerra et al. (2018) em goiabeira (*Psidium guajava* L.).



**Figura 1.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> – *Ci* (A), transpiração - *E* (B), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> - *A* (C) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da salinidade da água - CEa, aos 610 dias após o transplantio. Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Barra na vertical representa o erro padrão da média ( $n=3$ ).

Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água para diâmetro do caule do porta-enxerto (DPE) e o diâmetro do caule do enxerto (DE), diâmetro de copa (DCopa) e volume de copa (VCopa) da goiabeira cv. Paluma (Tabela 2). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS × AS) não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas, aos 610 DAT.

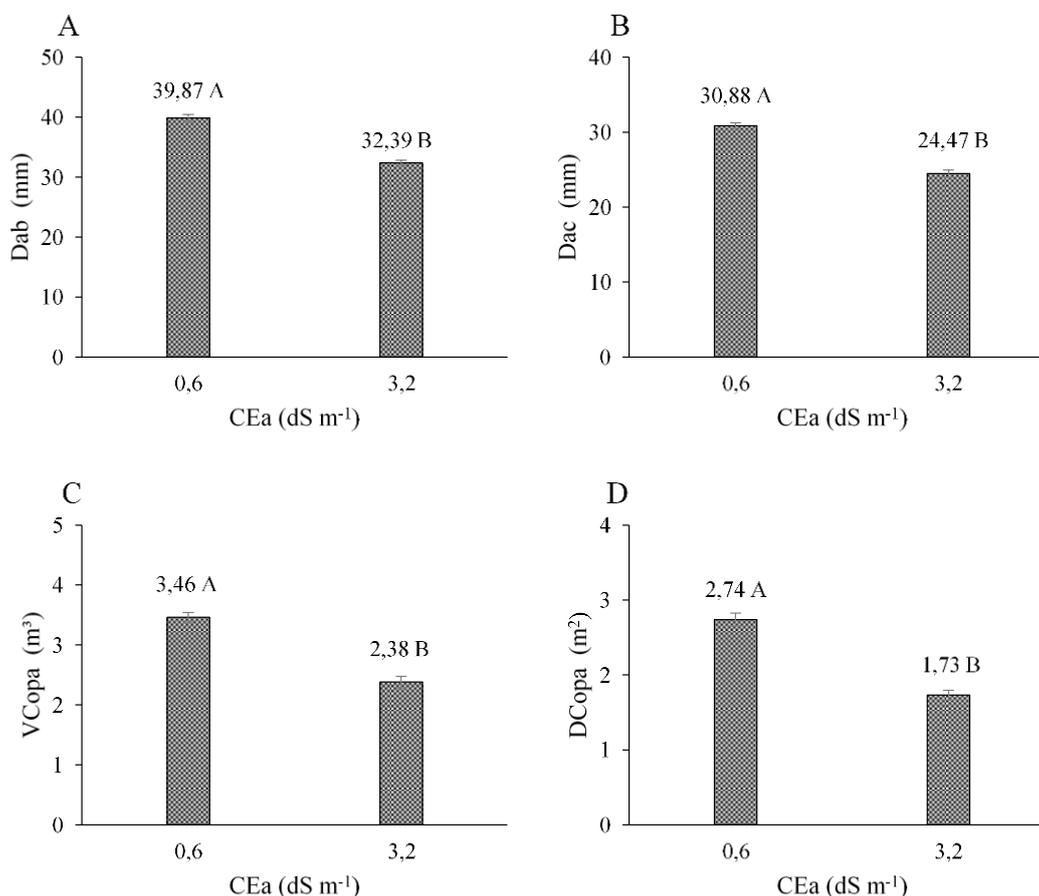
**Tabela 3.** Resumo do teste F, para diâmetro do caule do porta-enxerto (DPE) e o diâmetro do caule do enxerto (DE), diâmetro de copa (DCopa), volume de copa (VCopa) e índice de vigor vegetativo (IVV) das plantas de goiaba cv. Paluma submetidas à irrigação com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplantio

Fonte de variação	Teste F				
	DPE	DE	DCopa	VCopa	IVV
Níveis salinos (NS)	**	**	**	**	ns
Ácido salicílico (AS)	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (NS × AS)	ns	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,48	6,28	8,61	9,64	14,97

ns, \*\*, \*: não significativo e significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente; CV – Coeficiente de variação

A salinidade da água de irrigação promoveu redução do diâmetro abaixo do enxerto (Figura 1A) e do diâmetro acima do enxerto (Figura 1B) de 18,76% e 20,75% respectivamente, nas plantas de goiaba cv. Paluma irrigadas com CEa de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  em relação as submetidas ao menor nível salino de CEa  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ . A redução na expansão caulinar pode estar relacionada com o efeito tóxico dos íons ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) que podem concentrarem nos tecidos do caule durante o crescimento das plantas (ALVARENGA et al., 2019; LIMA et al., 2019).

Bezerra et al. (2018), ao estudarem o comportamento da morfologia da goiaba cv. Paluma submetidas à salinidade de (CEa de  $0,3$  a  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) da água de irrigação, observaram que na medida em que a condutividade elétrica da água de irrigação se elevava, ocorreu uma diminuição de aproximadamente  $5,35 \text{ mm}$  no diâmetro do caule aos 300 DAT. De forma semelhante, Souza et al. (2016) em estudos para formação de porta porta-enxerto de goiabeira com salinidade de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  a  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ , observaram decréscimos de 13,28% no diâmetro do porta-enxerto para maior salinidade CEa de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  aos 190 DAT.



**Figura 1.** Diâmetro do caule do porta-enxerto - DPE (A), diâmetro do caule do enxerto - DE (B), diâmetro de copa - volume de copa- VCopa (C) e diâmetro de copa - DCopa (D) das plantas de goiabeira cv. Paluma submetidas à irrigação com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplante. Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Barra na vertical representa o erro padrão da média ( $n=3$ ).

O incremento da salinidade reduziu o volume de copa (Figura 1C) e diâmetro de copa (Figura 1D), das plantas de goiaba cv. Paluma irrigadas com água de CEa  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  diferindo estatisticamente irrigadas com água de CEa de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ . Houve redução de 31,21%, e 36,86% respectivamente, nas plantas irrigadas com água de maior condutividade elétrica CEa de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ . Tal condição pode estar relacionado devido ao excesso de sais no solo promovendo modificações em genes que são responsáveis pela transição da síntese de suberina, lignina e polissacarídeos da parede celular, onde tais características afetam negativamente a taxa de alongamento e divisão celular dos tecidos (LI et al., 2014; BYRT et al., 2018).

#### 4. CONCLUSÕES

A irrigação com água de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  reduz a concentração interna de  $\text{CO}_2$ , a transpiração, a e a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  da goiabeira cv. Paluma aos 610 dias após o transplantio.

O diâmetro caule do porta-enxerto, diâmetro caule do enxerto, volume de copa e diâmetro de copa reduz com o aumento da salinidade.

O ácido salicílico em concentração de até 3,6 Mm não ameniza o estresse salino em plantas de goiabeira cv. Paluma.

#### LITERATURA CITADA

ARIF, Y.; SINGH, P.; SIDDIQUI, H.; BAJGUZ, A.; HAYAT, S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.156, n.1, p. 64-77, 2020.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; LACERDA, C. F. de; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, v.35, n.3, p.837-848, 2019.

BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. DE; BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista. Caatinga**, v.31, n.4, p.808-816, 2018.

FERNANDES, E. A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; SILVA NETA, A. M. de S.; ROQUE, I. A.; SILVA, F. A. da; FERNANDES, P. D.; LACERDA, C. N. de. Cell damage, gas exchange, and growth of *Annona squamosa* L. under saline water irrigation and potassium fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.42, n.3, p.999-1018, 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p.529-535, 2019.

LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SOUSA, P. F. do N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium

fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.3, p.180-189, 2022.

LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão ‘All Big’. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513-522, 2016.

MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. Effect on vegetable crop growth: Management practices to prevent and mitigate soil salinization. **Horticulturae**, v.30, n.3, p.1-13, 2017.

OLIVEIRA, F.T; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JUNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.17-25, 2015.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160p. Handbook 60.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v.33, n.4, p.1092-1101. 2020.

SILVA, E. M. da; LIMA, G. S.de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F.V. da S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.11, p.776-781, 2018.

SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. de S. Formation of ‘Crioula’ guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.8, p.739-745. 2016.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.), **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 2017. 577p.

WANG, Y. Y.; WANG, Y.; LI, G. Z.; HAO, L. Arabidopsis plant response that alters salicylic acid to cadmium exposure: underlying mechanisms affecting antioxidation and photosynthesis-related processes. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.169, n.1, p. 645 - 653. 2019.

## EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA E PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DA GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.006

Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>1</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>1</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>1</sup>, Jessica Dayanne Capitulino<sup>1</sup>, Mirandy dos Santos Dias<sup>1</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>1</sup>, Vitória Dantas de Sousa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: cassianonogueiraagro@gmail.com

### RESUMO

A salinidade é um dos problemas ambientais mais preocupantes para a agricultura irrigada, sendo necessário o uso de estratégias para atenuar seus efeitos deletérios sob as culturas. Ante o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os pigmentos fotossintéticos e a eficiência fotossintética da goiabeira enxertada irrigadas com água salina e aplicação foliar de ácido salicílico na fase pós-enxertia. O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação em Campina Grande, PB. Os tratamentos resultaram da combinação de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de ácido salicílico (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 3 repetições, perfazendo 24 unidades experimentais. A água de irrigação de 3,2 dS m<sup>-1</sup> reduziu a síntese de clorofila *a*, *b* e total da goiabeira cv. Paluma, aos 610 dias após o transplantio. A água de irrigação de 3,2 dS m<sup>-1</sup> aumenta a fluorescência inicial e reduz a fluorescência máxima e variável das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 610 dias após o transplantio. O ácido salicílico na concentração de 3,6 mM não influencia os teores de clorofila e eficiência fotoquímica das plantas de goiabeira, aos 610 dias após o transplantio.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium guajava* L., tolerância, escassez hídrica.

### 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de frutíferas no semiárido nordestino vem ganhando destaque aos longos anos como forma de geração de emprego e renda, dentre as fruteiras mais cultivadas nesta região se destaca a goiabeira.

A região Nordeste vem se destacando na produção de goiaba, no ano de 2020 teve como principais estados produtores o Pernambuco, Bahia e Ceará os principais produtores com produção de 200.000, 91.900, e 18.300 toneladas, e rendimento médio de 36.461, 20.681 e 10.212 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, nesse mesmo ano a Paraíba produziu 2.360 toneladas em uma área e rendimento médio de 7.217 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021).

Apesar da importância da goiabeira para o semiárido nordestino algumas características intrínsecas de clima como altas taxas de evapotranspiração e irregularidades pluviométricas dificulta o cultivo de forma contínua, sendo necessário o uso da irrigação para o cultivo durante todo ano (SILVA et al., 2018; LIMA et al., 2022). Contudo, as principais fontes de águas encontradas nesta região apresentam sais em sua composição (LIMA et al., 2016).

As altas concentrações de sais podem promover restrição hídrica através do efeito osmótico e iônico (Bezerra et al., 2018), tornando essenciais estratégias para atenuar os efeitos causados pela salinidade

O ácido salicílico (AS) é um composto fenólico que vem ganhando destaque quando aplicado de forma exógena na mitigação do estresse salino. O AS atua na ativação de genes reesponsáveis pela sinalização de estresses de origem bióticos e abióticos (METHENNI et al., 2018; SILVA et al., 2018).

Ante o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os pigmentos fotossintéticos e a eficiência fotossintética da goiabeira enxertada irrigadas com água salina e aplicação foliar de ácido salicílico na fase pós-enxertia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2020 a dezembro de 2021 sob condições de casa de vegetação, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07°15'18'' latitude S, 35°52'28'' de longitude O e altitude média de 550 m. Possui um clima com temperaturas mais moderadas: Tropical com estação seca do tipo As, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Azevedo et al, 2015).

Os tratamentos resultaram da combinação de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de ácido salicílico (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 3 repetições, perfazendo 24 unidades experimentais. O maior nível de CEa foi estabelecido com base em estudos desenvolvidos por Bezerra et al. (2019) com a goiabeira cv. Paluma. As concentrações de ácido salicílico (AS) foram determinadas de acordo com pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2020) com a cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas a partir da dissolução em 30% de álcool etílico (pureza de 95,5%) em água destilada, devido ser uma substância que possui baixa solubilidade em água à temperatura ambiente. No preparo da solução utilizou-se um adjuvante Wil fix® na concentração de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de solução para diminuir a tensão superficial das gotas na superfície foliar (nas faces adaxial e abaxial).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. Na base inferior de cada lisímetro foi instalado um dreno com 16 mm de diâmetro para a drenagem do excesso de água e conectada em recipiente para coleta de água drenada e posterior 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.

O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-argilo-arenoso (0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, cujos atributos químicos e físicos (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicas do solo utilizado no experimento

Características químicas								
pH H <sub>2</sub> O	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
1,2,5	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
Características químicas				Características físicas				
CE <sub>e</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
dS m <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>e</sub> - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

A água de menor condutividade elétrica (0,6 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida no sistema de abastecimento de água de Campina Grande-PB. O maior nível de CE<sub>e</sub> (3,2 dS m<sup>-1</sup>) foi preparada dissolvendo-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 sugerida em 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento de Campina Grande, PB, considerando-se a relação entre CE<sub>e</sub> e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q = 640 \times CE_a \dots\dots\dots(1)$$

em que:

Q = quantidade de sais a ser dissolvida (mg L<sup>-1</sup>); e,  
CE<sub>e</sub> = condutividade elétrica da água (dS m<sup>-1</sup>)

O transplântio ocorreu depois de 20 dias após a aquisição das mudas, em covas com dimensões de 20 × 20 × 20 cm e antes de serem transplantadas foram observadas se haviam enovelamento das raízes, depois de transplântio das mudas as mesmas foram aclimatadas por um período de 50 dias, nesse período foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,6 dS m<sup>-1</sup>.

Antes do transplântio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água com água de CE<sub>e</sub> de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. A diferenciação dos níveis salinos teve início aos 75 DAT, sendo que a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro foi determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \dots\dots\dots(2)$$

em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);  
V<sub>a</sub> - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);  
V<sub>d</sub> - volume drenado (mL); e,  
FL - fração de lixiviação de 0,10.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), aplicando-se 100, 100 e 60 g por planta de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Como fontes foram utilizadas a ureia (45% de N), o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e o monoamônio fosfato (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de N). As adubações tiveram início aos 15 DAT e foram realizadas em aplicações quinzenais e as adubações com micronutrientes foram realizadas quinzenalmente via foliar, com início aos 30 DAT, nas faces adaxial e abaxial, considerando-se as exigências nutricionais da cultura com concentração de 1 g L<sup>-1</sup> de Dripsol Micro® (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdênio).

Aos 610 DAT, foram mensurados os teores de clorofila *a* e *b*, *t* e carotenoides foram determinados, de acordo com Arnon (1949), utilizando-se espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (*A*) de 470, 646, e 663 nm, conforme as Eqs. 3, 4, 5 e 6. Também 610 DAT foram determinadas a eficiência fotoquímica através da fluorescência inicial (*F*<sub>o</sub>), máxima (*F*<sub>m</sub>), variável (*F*<sub>v</sub>), e eficiência quântica do fotossistema II (*F*<sub>v</sub>/*F*<sub>m</sub>) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante uso de pinças foliares durante 30 minutos, entre as 7:00 e 10:00 horas da manhã, na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta de modo a garantir que todos os aceptores primeiros estivesse oxidados, ou seja, os centros de reação abertos, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science.

$$Cl\ a = 12,21A_{663} - 2,81A_{646} \dots\dots\dots(3)$$

$$Cl\ b = 20,13A_{646} - 5,03A_{663} \dots\dots\dots(4)$$

$$Cl\ t = Cl\ a + Cl\ b \dots\dots\dots(5)$$

$$Car = (1000A_{470} - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b)/198 \dots\dots\dots(6)$$

em que:

Cl *a* - clorofila *a*;

Cl *b* - clorofila *b*;

Cl *t* - clorofila total e,

Car - carotenoides.

Os dados coletados neste estudo foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) seguido da análise de variância pelo teste 'F'. O teste 'F' foi aplicado para os níveis de condutividade elétrica da água ( $p \leq 0,05$ ), e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial linear, quadrática para as concentrações de ácido salicílico ( $p \leq 0,05$ ), usando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

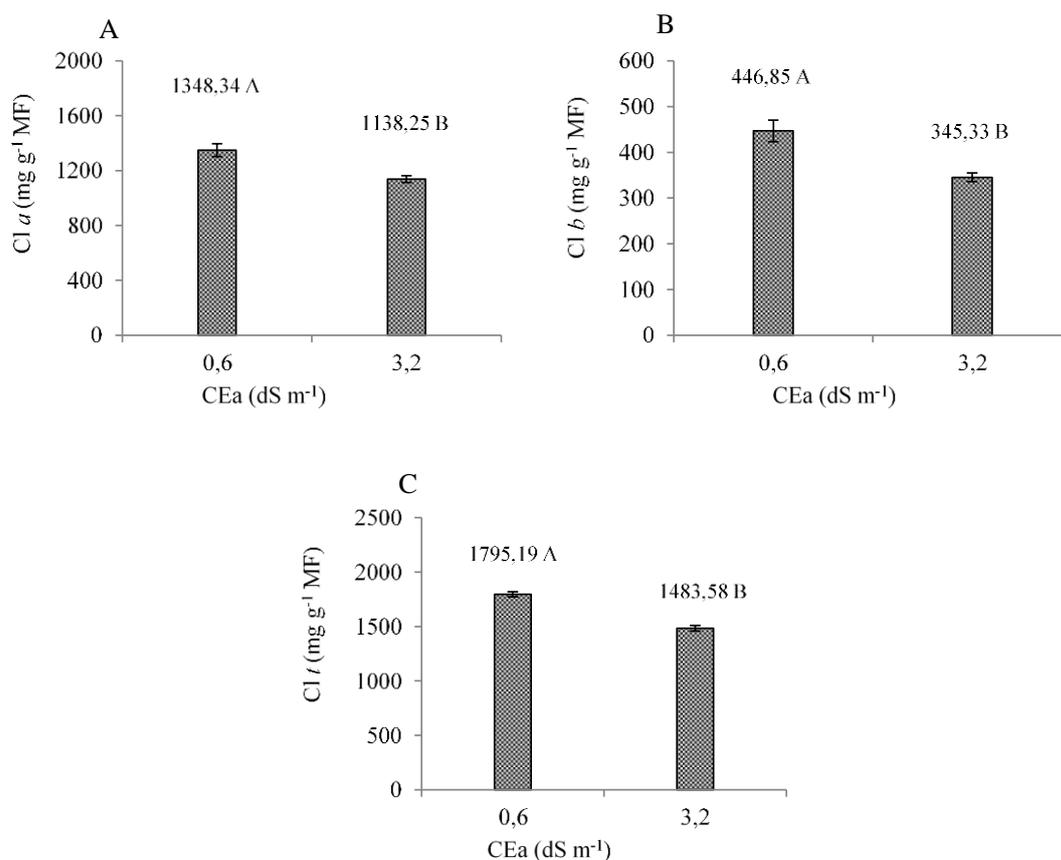
Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água sobre os teores de clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), e *total* (Cl *t*) da goiabeira cv. Paluma (Tabela 2). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS × AS) não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas, aos 610 DAT.

**Tabela 2.** Resumo do teste F para teores de clorofila a (Cl a), b (Cl b), total (Cl t) e carotenoides (Car) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplântio

Fonte de variação	Teste F			
	Cl a	Cl b	Cl t	Car
Níveis salinos (NS)	**	**	**	ns
Ácido salicílico (AS)	ns	ns	ns	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (NS x AS)	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1,69	5,35	1,70	16,53

ns, \*\*, \*: não significativo e significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente; CV – Coeficiente de variação

O incremento salinidade da água promoveu decréscimos nos teores de clorofila a (Figura 1A), b (Figura 1B), e Cl t (Figura 1C) das plantas irrigadas com água de CEa de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$  diferindo das que receberam o menor nível salino ( $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ ), sendo a redução de 15,58; 22,71 e 17,35%, respectivamente. A redução na síntese de clorofila pode estar associada ao declínio na síntese do ácido 5-aminolevulínico, sendo responsável pela produção da clorofila e da elevação na atividade da enzima clorofilase, que degrada as moléculas destes pigmentos fotossintetizantes sob condições de estresse salino (SILVA et al., 2017; SÁ et al., 2019).



**Figura 1.** Clorofila a – Cl a (A), b – Cl b (B) e t – Cl t (C) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da salinidade da água - CEa, aos 610 dias após o transplântio. Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Barra na vertical representa o erro padrão da média (n=3).

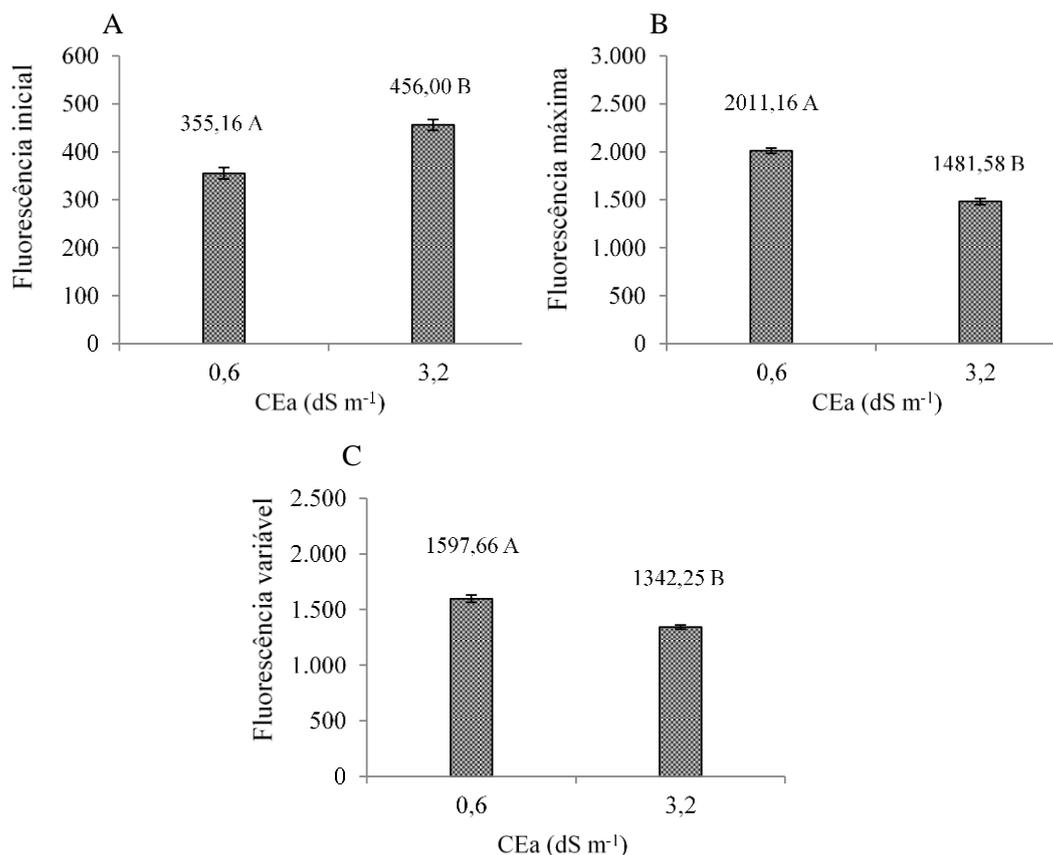
Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água para fluorescência inicial ( $F_o$ ), máxima ( $F_m$ ) e variável ( $F_v$ ) da goiabeira cv. Paluma (Tabela 3). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS  $\times$  AS) não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas da goiabeira, aos 610 DAT.

**Tabela 3.** Resumo do teste F para a fluorescência inicial ( $F_o$ ), máxima ( $F_m$ ), variável ( $F_v$ ), e eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplântio

Fonte de variação	Teste F			
	$F_o$	$F_m$	$F_v$	$F_v/F_m$
Níveis salinos (NS)	**	**	**	ns
Ácido salicílico (AS)	ns	ns	ns	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (NS x AS)	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,11	7,43	6,19	9,43

<sup>ns</sup>, \*\*, \*: não significativo e significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente; CV – Coeficiente de variação

O aumento da salinidade da água de irrigação promoveu incremento da fluorescência inicial nas plantas de goiabeira (Figura 1A). As plantas sob irrigação com água de 3,2 dS  $m^{-1}$  tiveram acréscimo de 22,11% na fluorescência inicial, diferindo-se significativamente das que recebem água de 0,6 dS  $m^{-1}$ . Entretanto, a fluorescência máxima (Figura 1B) e variável (Figura 1C) foi reduzida 26,38% e 15,98%, respectivamente quando se aumentou a CEa de 0,6 para 3,2 dS  $m^{-1}$  da água de irrigação. O incremento da fluorescência inicial pode ser explicada como um dano causado no centro de reação do PSII, e as reduções promovidas à fluorescência máxima e fluorescência variável são consequências do efeito de toxicidade de íons onde promovem danos ao aparelho fotossintético (MELO et al., 2017).



**Figura 2.** Fluorescência inicial - Fo (A), máxima - Fm (B) e variável - Fv (C) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da salinidade da água - CEa, aos 610 dias após o transplantio. Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Barra na vertical representa o erro padrão da média ( $n=3$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

A água de irrigação de 3,2 dS m<sup>-1</sup> reduz os teores de clorofila *a*, *b* e clorofila total *t* goiabeira cv. Paluma, aos 610 dias após o transplantio.

A água de irrigação de 3,2 dS m<sup>-1</sup> aumenta a fluorescência inicial e reduz a fluorescência máxima e variável das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 610 dias após o transplantio.

O ácido salicílico na concentração de 3,6 mM não influencia os teores de clorofila e eficiência fotoquímica das plantas de goiabeira, aos 610 dias após o transplantio.

#### LITERATURA CITADA

ALMEIDA, J. P. N. de; FREITAS, R. M. O. de; NOGUEIRA, N. W.; OLIVEIRA, F. de A. de; FERREIRA, H.; LEITE, M. de S. Production of Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke seedlings irrigated with fish farming wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.6, p.386-391, 2017.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; LACERDA, C. F. de; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, v.35, n.3, p.837-848, 2019.

BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista. Caatinga**, v.31, n.4, p.808-816, 2018.

BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, A. dos S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M. da; SOUSA, L. de P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.4, p.101-110, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.1, p.529-535, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2019. Available on: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954>> Accessed on: Jan. 2022.

LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SOUSA, P. F. do N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.3, p.180-189, 2022.

LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513-522, 2016.

METHENNI, K.; ABDALLAH, M. B.; NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; AMMAR, B. W.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N. B. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v.233, n.1, p.349-358, 2018.

MISRA, N.; MISRA, R. Salicylic acid changes plant growth parameters and proline metabolism in *Rauwolfia serpentina* leaves grown under salinity stress. **American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v.12, n.12, p.1601-1609, 2012.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. **South African Journal of Botany**, v.98, n.1, p.84-94, 2015.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160p. Handbook 60.

SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v.33, n.4, p.1092 -1101. 2020.

SILVA, E. M. da; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F.V. da S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.11, p.776-781, 2018.

SILVA, T. I. da; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUSA, L. V. de; RIBEIRO, J. E. da S.; BRUNO, R. de L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. de. *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.5, p.159-166, 2018.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.), **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 2017. 577p.

## ANÁLISE TEMPORAL (1985-2020) DO USO E COBERTURA DO SOLO EM AREIA, BREJO DA PARAÍBA

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.007

João Paulo de Oliveira Santos<sup>1</sup>, Khyson Gomes Abreu<sup>1</sup>, Iracy Amélia Pereira Lopes<sup>2</sup>, Luciana Vanessa Anselmo Sampaio<sup>3</sup>, Grazielly Lessa Rocha<sup>4</sup>, Bárbara Davis Brito dos Santos<sup>5</sup>, Julia Anayrane Ferreira Reis<sup>4</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, PB, e-mail: jpauloos04@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, PE.

<sup>3</sup>Universidade Federal da Bahia - UFB/Instituto de Biologia/Campus Olinda, Salvador, BA.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Alagoas - UFAL/Campus CECA, Rio Largo, AL.

<sup>5</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB.

### RESUMO

A expansão das atividades agropecuárias e industriais são responsáveis por consideráveis mudanças no uso e cobertura do solo, o que gera efeitos negativos para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, além de influenciar no clima. Na Paraíba, o Brejo Paraibano é uma microrregião historicamente ocupada por atividades agropecuárias, especialmente devido às condições de solo e clima locais. Nessa conjuntura, esse estudo objetivou identificar as classes de uso e cobertura do solo no município de Areia, um dos principais municípios dessa microrregião, durante o período de 36 anos (1985-2020). Informações referentes as classes de uso e ocupação do solo para o período em estudo foram obtidas a partir da coleção 7.0 da plataforma virtual do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MAPBIOMAS). Os dados foram organizados na forma de gráfico e também submetidos a análise de componentes principais (ACP). No município de Areia, durante todo o período amostral as formações savânicas se caracterizaram como a principal classe presente, seguida pela agropecuária. A ACP evidenciou que, nesse município, maiores áreas destinadas à agropecuária e com formação campestre estão associadas a redução das áreas de formação savânica. Dada a importância ecológica dos Brejos de Altitude, ações de conservação das áreas de formação florestal nesse devem ser trabalhadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agropecuária, conservação ambiental, supressão de vegetação.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, mudanças drásticas no uso e cobertura do solo vêm ocorrendo desde a colonização, especialmente com a conversão em larga escala de florestas para áreas agricultáveis (CABALLERO et al., 2022). Ainda, desmatamento para expansão de pastagens, infraestrutura e urbanização são outros importantes impulsionadores de mudanças no uso e cobertura nos biomas brasileiros (SOUZA JÚNIOR et al., 2020).

As mudanças do uso e cobertura do solo são um dos principais temas de pesquisas relacionadas aos impactos ambientais globais e ao desenvolvimento sustentável (CUNHA et al., 2021). Visto que são responsáveis por alterarem a biodiversidade, os recursos hídricos, as emissões de carbono, e o clima regional e local (SOUZA JÚNIOR et al., 2020). Soma-se a esses impactos, as alterações profundas na paisagem, com diminuição das áreas florestais, que se transformam em poucos fragmentos com menor diversidade ecológica (SAYÃO et al., 2020).

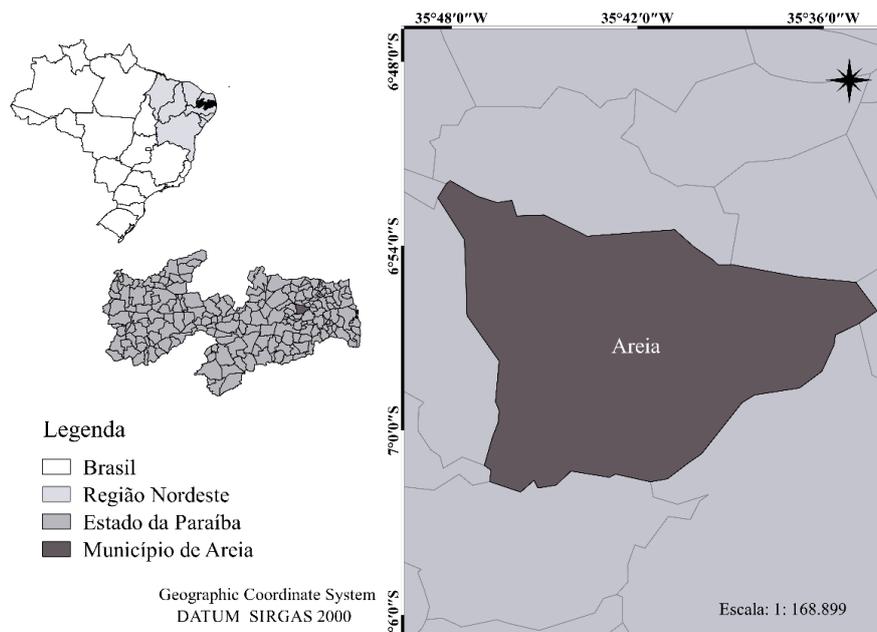
Nesse contexto, a obtenção de informações sobre as trajetórias históricas do uso e ocupação do solo nos biomas brasileiros são fundamentais para subsidiar o planejamento e a gestão sustentável dos recursos naturais, formulação de políticas, entre outras aplicações sociais (SOUZA JÚNIOR et al., 2020). Dessa forma, o monitoramento dessa dinâmica espacial de ocupação é uma tarefa essencial para o monitoramento ambiental de uma determinada região. A análise temporal do uso e ocupação do solo permite identificar a dinâmica da paisagem, bem como avaliar, indiretamente, o crescimento econômico e a exploração dos recursos naturais (SAYÃO et al., 2020). Assim, em conjunto, a compreensão da dinâmica espacial e temporal das formas de uso da terra e seus potenciais direcionadores é uma ação imprescindível para projetar cenários futuros de intervenção, sendo uma forma eficaz de informar a política ambiental e a tomada de decisões (OLIVEIRA et al., 2022).

No estado da Paraíba, o Brejo Paraibano se destaca por ser uma microrregião com peculiaridades quanto ao clima e solos presentes. Localizado em uma região de topografia acidentada, apresenta uma cobertura vegetal original de florestas ombrófilas a estacionais, com maior pluviosidade que o entorno, o que reflete em um clima úmido e sub-úmido (MARQUES et al., 2017).

Por suas características, essa região é amplamente utilizada para fins agropecuários, em especial para a produção de cana-de-açúcar, tornando o Brejo Paraibano conhecido por seus numerosos engenhos. Nessa microrregião, Areia é um dos municípios mais importantes. No entanto, ainda são escassas informações relativas às classes de uso e cobertura do solo nesse município, tanto em escala espacial, como temporal. Nesse sentido, esse estudo objetivou identificar as classes de uso e cobertura do solo no município de Areia, Paraíba, durante o período de 36 anos (1985-2020). Buscando-se assim, contribuir com informações para o planejamento ambiental desse município.

## 2. MATERIAL E METÓDOS

Areia é um dos principais municípios do Brejo Paraibano, ocupa uma área de 269,13 km<sup>2</sup> e conta com uma população estimada em 22.493 habitantes (IBGE, 2022). O município está inserido no Brejo de Areia, tido como o de maior dimensão na faixa do Nordeste Oriental, com altitudes em torno de 600 m acima do nível do mar e com a presença de vales, encostas e morros escarpados (CAMPOS et al., 2018).



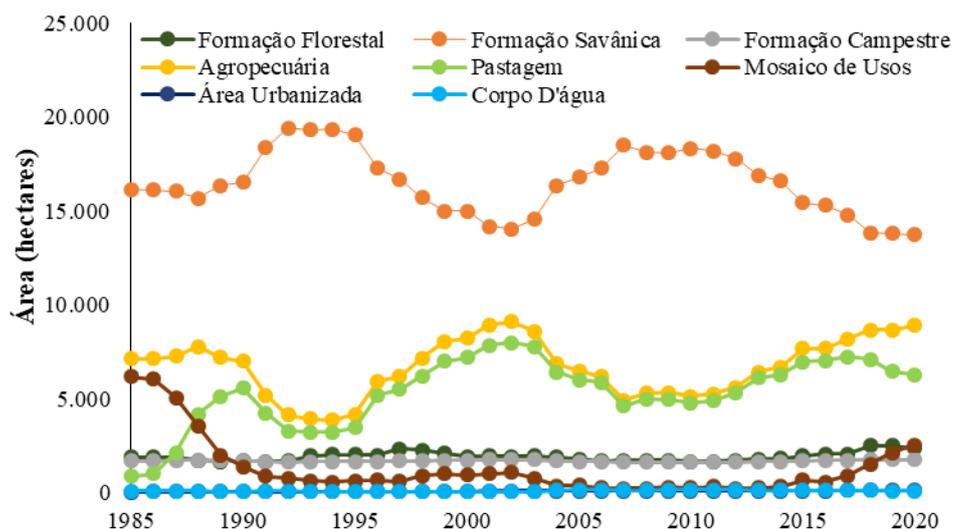
**Figura 1.** Localização do município de Areia, Paraíba

Informações referentes as classes de uso e ocupação do solo (Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Agropecuária, Pastagem, Mosaico de Usos, Área Urbanizada e Corpo D'água), no período de 1985 a 2020, foram obtidas a partir da coleção 7.0 da plataforma virtual do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MAPBIOMAS), produzido a partir de imagens do satélite Land Remote Sensing Satellite (LANDSAT) e com acesso aberto (MAPBIOMAS, 2022).

Após extraídos, os dados foram organizados na forma de gráfico, utilizando-se para isso o software Microsoft Excel®. Posteriormente, essa matriz de dados foi submetida a uma Análise de Componentes Principais (ACP). A ACP foi obtida a partir do pacote FactoMineR (Factor Analysis e Data Mining com R) (LÊ et al., 2008) no software R versão 4.2.0 (R CORE TEAM, 2022).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variações nas classes de cobertura e uso do solo foram observadas para o período em análise. No município de Areia, as formações savânicas se caracterizaram como a principal classe presente, ocupando áreas superiores a 13.000 hectares durante todo o período amostral (Figura 2).



**Figura 2.** Classes de uso e cobertura do solo no município de Areia, Paraíba, no período 1985-2020.

**Fonte:** Adaptado de MapBiomias (2022).

A formação florestal no município oscilou entre 1623 ha (1989) e 2495 ha (2019) (Figura 2). Resultados que demonstram que essas áreas se mantiveram conservadas e com tendência de aumento espacial. Ressalta-se que, como enfatizam Caballero et al. (2022), para o bioma Mata Atlântica, poucas mudanças no uso e cobertura do solo ocorreram nesse período, uma vez que as principais mudanças ocorreram antes de 1985.

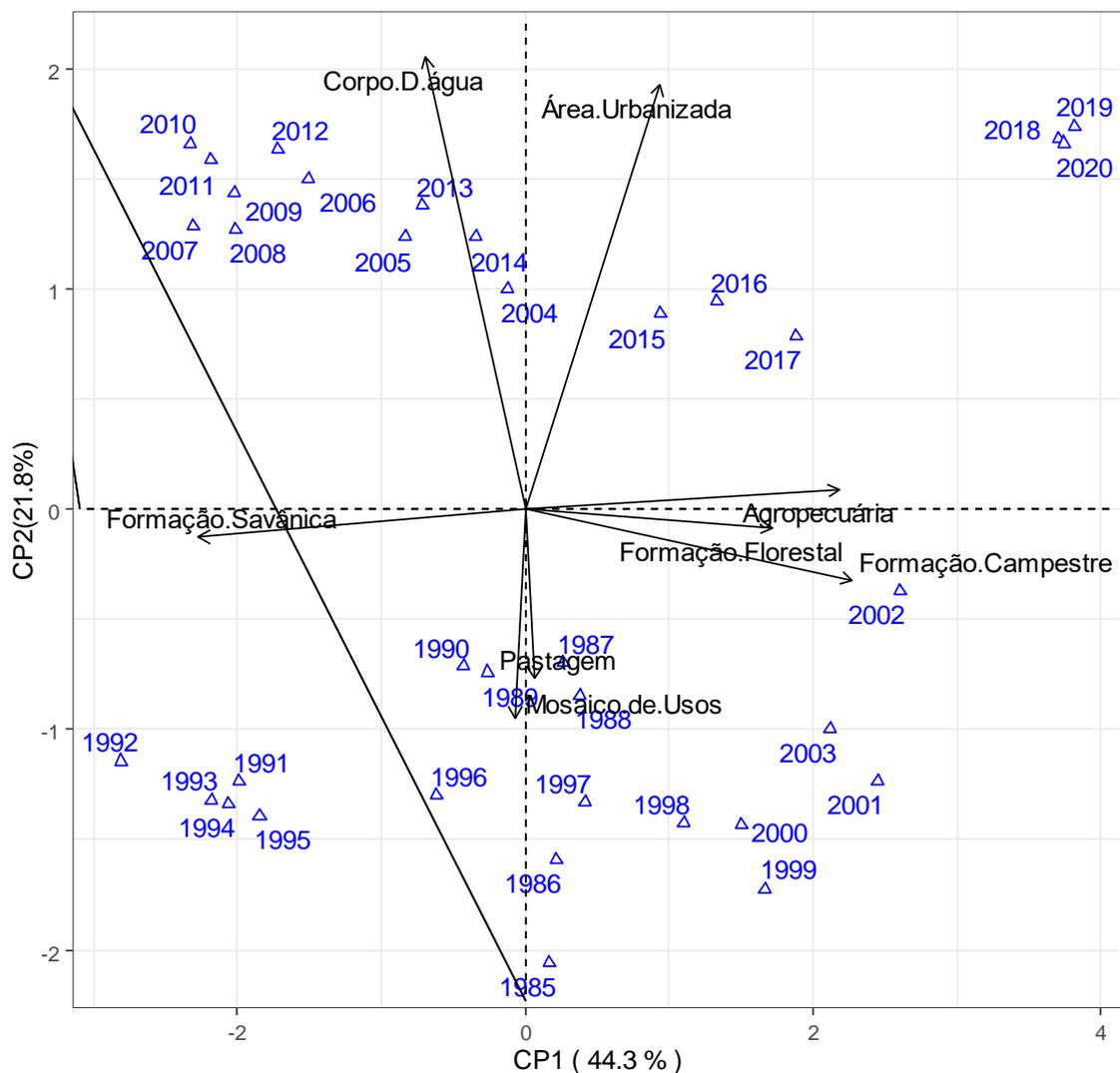
As formações campestres também apresentaram relativa estabilidade no tocante a área ocupada, oscilando de 1606 ha (2011) a 1748 ha (2018 e 2019) (Figura 2). As áreas destinadas à agropecuária no município atingiram valores máximos no ano de 2002, com 9116 ha. Após sucessivos anos de retração nessa classe de uso, aumentos seguidos foram observados ao fim do período amostral, atingindo-se 8882 ha em 2020 (Figura 2). Destaca-se que grande parte dessa área foi ocupada por pastagens, que ocuparam 7978 ha em 2002. A nível global, as atividades pecuárias são responsáveis por grande parte das transformações na cobertura do solo, especialmente devido à necessidade da abertura de áreas para pastejo dos animais, atualmente as áreas de pastagem se caracterizam por serem a principal classe de uso do solo no Brasil, além de serem o principal meio de subsistência do maior rebanho comercial do mundo (PARENTE et al., 2019).

Todavia, diferentemente do observado para a área geral destinada à agropecuária, retração das áreas de pastagem foram observadas nos últimos anos (Figura 2), o que se deve provavelmente ao aumento de áreas para agricultura, especialmente para o cultivo da cana-de-açúcar, cultura chave para a economia do município de Areia. Aumento nas áreas de mosaico de usos também foram observadas, todavia, essa classe se manteve com ocupação de áreas inferior ao início da série amostral, na qual chegou a atingir 6184 ha em 1985 (Figura 2).

Os dados extraídos do MapBiomias também permitiram verificar o aumento da área urbana de Areia, que passou de 10 ha em 1985 para 111 ha em 2020. Resultados que demonstram o crescimento expressivo dessa cidade. Ainda, crescimento também foi registrado para as áreas ocupadas por corpos d'água, especialmente com a construção do açude Saulo Maia nos primeiros anos da década de 2000. Ressalta-se que a área ocupada

por corpos d'água, que chegou a ocupar 134 ha em 2010, apresentou redução nos últimos anos do período amostral (Figura 2), o que se deve principalmente à elevada demanda de recursos hídricos nessa região associada a chuvas abaixo da média climatológica nos últimos anos.

A análise de componentes principais (ACP) registrou 66,1% da explicação da variância original dos dados em seus dois primeiros eixos (CP1 e CP2) (Figura 3). No eixo 1, responsável por reunir 44,3% da explicação dos dados, observou-se associação significativa entre Formação Campestre ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) e Agropecuária ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,01$ ), que contrastaram com a Formação Savânica ( $r = -0,96$ ;  $p < 0,01$ ). Resultados que evidenciam que em Areia, maiores áreas destinadas à agropecuária e com formação campestre estão associadas a redução das áreas de formação savânica. Esses achados podem ser explicados pelo fato que as áreas de formação savânica possivelmente são áreas de mata Atlântica em processo de regeneração, que foram suprimidas para dá espaço às atividades agrícolas e de criação de animais.



**Figura 3.** Dispersão gráfica biplot de classes de uso e cobertura do solo no município de Areia, Paraíba, durante 36 anos (1985-2020), representadas pelos dois primeiros componentes principais

No eixo 2, que agrupou 21,8% da explicação da variância dos dados, observou-se a associação entre Corpos D'água ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,01$ ) e Área Urbanizada ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,01$ ). O aumento das áreas urbanas são também reflexo do aumento populacional e das atividades econômicas do município de Areia, o que conseqüentemente, aumentou a demanda por recursos naturais, em especial os recursos hídricos. Nessa conjuntura, ações para aumentar as reservas hídricas do município foram requeridas, como, por exemplo, a construção de reservatórios, como o açude Saulo Maia, que aumentou a área ocupada por corpos d'água em Areia.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso e cobertura do solo em Areia apresentaram variação temporal durante os anos em análise. Espacialmente, a principal classe presente no município é a formação savânica, seguida das áreas ocupadas por atividades agropecuárias. Dada a importância ecológica dos Brejos de Altitude, ações de conservação das áreas de formação florestal devem ser trabalhadas.

#### LITERATURA CITADA

CABALLERO, C. B.; RUHOFF, A.; BIGGS, T. Land use and land cover changes and their impacts on surface-atmosphere interactions in Brazil: A systematic review. **Science of The Total Environment**, v.808, p.e152134, 2022.

CAMPOS, J. O.; SANTOS, J. S.; SALVADOR, M. D. S. S.; LIMA, V. R. P. Análise e Propagação dos Efeitos de Borda no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia-PB. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.12, n.2, p.21-37, 2018.

CUNHA, E. R.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; BACANI, V. M.; POTT, A. Future scenarios based on a CA-Markov land use and land cover simulation model for a tropical humid basin in the Cerrado/Atlantic forest ecotone of Brazil. **Land Use Policy**, v.101, p.e105141, 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/areia/panorama>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v.25, n.1, p.1-18, 2008.

MAPBIOMAS. **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Coleção 7.0 v.1. Plataforma virtual. São Paulo: Observatório do Clima/SEEG, 2022.

MARQUES, A. L.; RIBEIRO, J. K. N.; BARBOSA, E. S. A urbanidade do novo rural: loteamento dos espaços e privatização da paisagem no brejo paraibano. **Nature and Conservation**, v.10, n.2, p.15-24, 2017.

OLIVEIRA, C. P.; LIMA, R. B.; ALVES JUNIOR, F. T.; PESSOA, M. M. L.; SILVA, A. F.; SANTOS, N. A. T.; LOPES, I. J. C.; MELO, C. L. S.; SILVA, E. A.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Dynamic Modeling of Land Use and Coverage Changes in the Dryland Pernambuco, Brazil. **Land**, v.11, n.7, p.e998, 2022.

PARENTE, L.; MESQUITA, V.; MIZIARA, F.; BAUMANN, L.; FERREIRA, L. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: A novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. **Remote Sensing of Environment**, v.232, p.e111301, 2019.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2021. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

SAYÃO, V. M.; SANTOS, N. V.; MENDES, W. S.; MARQUES, K. P.; SAFANELLI, J. L.; POPPIEL, R. R.; DEMATTÊ, J. A. Land use/land cover changes and bare soil surface temperature monitoring in southeast Brazil. **Geoderma Regional**, v. 22, p. e00313, 2020.

SOUZA JÚNIOR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; A. ALENCAR, A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; G. FERREIRA, L.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W. de; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E.J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v.12, n.17, p. e2735, 2020.

## SEGUNDO CICLO DE CULTIVO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DÉFICIT HÍDRICO NA FASE DE PERFILHAMENTO

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.008

Mirandy dos Santos Dias<sup>1</sup>, Francisco de Assis da Silva<sup>1</sup>, Idelvan José da Silva<sup>1</sup>, Pedro Dantas Fernandes<sup>1</sup>, Maria de Fátima Caetano da Silva<sup>1</sup>, Andrezza Maia de Lima<sup>1</sup>, Robson Felipe de Lima<sup>1</sup>, Cassiano Nogueira de Lacerda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB, e-mail: mirandysd@gmail.com.

### RESUMO

Objetivou-se avaliar efeitos deletérios do déficit hídrico na fase de perfilhamento de genótipos de cana-de-açúcar no segundo ciclo de cultivo. A pesquisa foi conduzida em condições de casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG). Os tratamentos resultaram da combinação entre cinco genótipos de cana-de-açúcar (G1- RB863129; G2- RB92579; G3- RB962962; G4- RB021754 e G5- RB041443) submetidos a duas condições hídricas na fase de perfilhamento (Controle - 100% da capacidade de campo e déficit hídrico - 30% do volume de água aplicado nas plantas controle), distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições, perfazendo 30 unidades experimentais. Os tratamentos foram avaliados mediante análises de crescimento, trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*. O déficit hídrico na fase de perfilhamento em cana soca reduz com maior intensidade o crescimento em altura de plantas em RB962962 e RB041443, o número de perfilho em RB962962, os parâmetros de trocas gasosas em RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443, bem como a fluorescência variável, fluorescência máxima, eficiência quântica máxima do PSII, o número de folhas e a área foliar da cana-de açúcar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum spp.*, estresse abiótico, manejo da irrigação.

### 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem grande importância para a economia brasileira, contribuindo amplamente para a geração de emprego e renda, bem como uma fonte valiosa para a produção de energia renovável e biocombustíveis (SANTOS; SILVA, 2015; OLIVEIRA et al., 2018). Segundo a CONAB (2022), a produtividade média nacional é 79,69 t ha<sup>-1</sup>.

Entretanto, a seca tem se tornado cada vez mais frequente em regiões áridas e semiáridas do planeta, com fortes impactos sobre o rendimento de culturas globalmente importantes, a exemplo da cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2019). Em seu sistema de produção, consome entre 1.500 e 2.000 mm de água por ciclo anual para alcançar produtividade em torno de 100 a 150 t ha<sup>-1</sup> (DOORENBOS; KASSAM, 1979). No Nordeste, as condições climáticas constituem fator importante para determinação do rendimento médio da cultura, especialmente no quesito pluviosidade, que ocorre de forma irregular, acarretando déficit hídrico.

Tais efeitos induzem a planta ao acúmulo de ácido abscísico (ABA), envolvido no fechamento estomático, reduzindo a fotossíntese e a maioria dos processos de trocas

gasosas, bem como fotoinibição dos centros de reação do fotossistema II (MAXWEL; JOHNSON, 2000; BOLHÀR-NORDENKAMPF et al., 1989). Além disso, quando submetidas ao déficit hídrico, ocorre redução da atividade das enzimas do mesófilo e das células da bainha do feixe vascular, como fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcase), Rubisco, enzima málica (NADP-ME), frutose-1,6-bisfosfatase (FBPase) e piruvato ortofosfato diquinase (PPDK) (DLAMINI, 2021). Isso resulta em redução do acúmulo de açúcar e da biomassa vegetal (SAGE et al., 2013).

Embora, haja vários estudos que reportam alterações nas características morfológicas da planta, como área foliar, número de folhas, alongamento e diâmetro do caule são reduzidos (INMAM-BAMBER et al., 2005; VIEIRA et al., 2014; JÚNIOR et al., 2018), o conhecimento da tolerância à seca dos diferentes materiais genéticos é de grande importância na tomada de decisão de cultivo em áreas onde o fator limitante é a água. Diante do exposto, objetivou-se avaliar efeitos deletérios do déficit hídrico na fase de perfilhamento de genótipos de cana-de-açúcar no segundo ciclo de cultivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em condições de casa de vegetação, pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG), com coordenadas geográficas 07° 15' 18'' S, 35° 52' 28'' O e altitude de 550 m.

Os tratamentos resultaram da combinação entre cinco genótipos de cana-de-açúcar (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443) submetidos a duas condições hídricas na fase de perfilhamento da cultura (Controle- irrigação plena e déficit hídrico - 30% do volume de água aplicado nas plantas controle), distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições, perfazendo 30 unidades experimentais.

As plantas foram cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de 40 L, onde receberam uma manta geotêxtil para evitar obstrução do sistema de drenagem e uma mangueira com 10 mm de diâmetro na base acoplada a dois recipientes plástico com capacidade volumétrica de 2 L cada, para coleta da água drenada. Os vasos foram preenchidos com 45 dm<sup>3</sup> de solo. Posteriormente ao corte da cana-planta, iniciou-se o segundo ciclo de cultivo.

A restrição hídrica teve início aos 24 dias após a rebrota (DAR) por ocasião do início da fase de perfilhamento e perdurou por 15 dias consecutivos. Antes da diferenciação das lâminas de irrigação, todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições hídricas com umidade de solo próximo a capacidade de campo.

As irrigações foram realizadas de forma manual, sempre ao final da tarde. A quantidade de água aplicada nas plantas foi estimada por meio do balanço hídrico, tomando por base os termos da equação:  $CH = Va - Vd$ , em que: CH é o consumo hídrico (mL), Va - volume de água aplicado nos eventos de irrigação anteriores e Vd - volume de água drenado. A lâmina de água aplicada foi estimada a cada 5 dias. Durante o período correspondente a restrição hídrica, as plantas receberam 30% da água referente ao aplicado no tratamento controle.

As adubações foram realizadas conforme a recomendação de Souza et al. (2016), cujas quantidades foram calculadas de acordo com material seco acumulado esperado em cada vaso (equivalente a 1,0 kg de massa de material seco por vaso).

As avaliações de crescimento das plantas foram realizadas aos 39 dias após a rebrota, mensurando-se a altura da planta, número de perfilhos, número de folhas e a área foliar. A altura da planta foi mensurada desde a base até a aurícula da folha +1. A área foliar ( $\text{cm}^2$ ) foi determinada conforme a Equação 1, proposta por Hermann e Câmara (1999).

$$AF=C \times L \times 0,75 \times (N+2) \quad (1)$$

em que:

C - comprimento da folha +3;

L - largura da folha +3;

0,75 - fator de correção para área foliar da cultura; e

N - número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde.

Aos 39 DAR, foram avaliados os parâmetros fisiológicos: condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) determinados no período da manhã, tomando-se como base o terço médio da folha +1 do perfilho principal, utilizando um aparelho portátil de trocas gasosas (Infra Red Gas Analyser - IRGA, marca ADC BioScientific Ltd, modelo LC-Pro), conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de  $\text{CO}_2$  e usando uma fonte artificial de radiação de  $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Nas mesmas datas, foram avaliados os parâmetros de fluorescência da clorofila  $a$ , tomando-se como base o terço médio da folha +1 do perfilho principal, com uso de fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science. As avaliações foram em folhas com adaptação da parte do limbo ao escuro por um período de 30 minutos, usando-se um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem totalmente oxidados (KONRAD et al., 2005). Foram mensuradas a fluorescência inicial ( $F_o$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ) e máxima eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Em seguida foi aplicado o teste de médias Tukey ( $p \leq 0,05$ ), com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

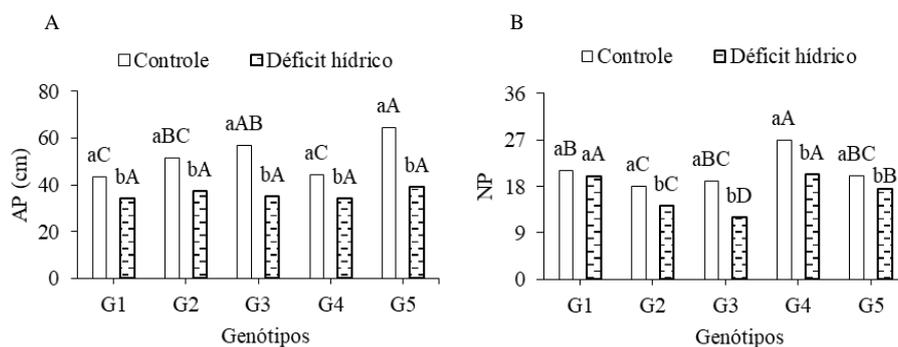
De acordo com a análise de variância (Tabela 1), houve interação significativa entre os fatores (G x CI), sobre a altura de plantas (AP), o número de perfilhos (NP), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) e fluorescência inicial ( $F_o$ ). O número de folhas (NF), área foliar (AF) e a eficiência quântica máxima do PSII ( $F_v/F_m$ ) foram influenciados apenas pela condição hídrica. Para fluorescência máxima ( $F_m$ ) e a fluorescência variável ( $F_v$ ) constatou-se diferença significativa entre genótipos e entre condição hídrica de forma isolada, aos 38 dias após a rebrota.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e número de perfilhos (NP), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), fluorescência inicial (*Fo*), fluorescência máxima (*Fm*), fluorescência variável (*Fv*) e eficiência quântica máxima do PSII de genótipos de cana-de-açúcar submetidos a diferentes condições de manejo da irrigação, aos 39 dias após a rebrota (DAR)

Fonte de Variação	GL	QM			
		AP	NP	NF	AF
Blocos	2	36,4 <sup>ns</sup>	0,433 <sup>ns</sup>	1,033 <sup>ns</sup>	264231,62 <sup>ns</sup>
Genótipos (G)	4	171,05 <sup>**</sup>	71,47 <sup>**</sup>	0,283 <sup>ns</sup>	271883,13 <sup>ns</sup>
Condição hídrica (CI)	1	1968,30 <sup>**</sup>	76,80 <sup>**</sup>	4,800 <sup>**</sup>	1786675,40 <sup>**</sup>
Int. G x CI	4	81,38 <sup>**</sup>	30,63 <sup>**</sup>	0,217 <sup>ns</sup>	40097,56 <sup>ns</sup>
Erro	18	23,10	1,43	0,367	70597,80
CV	-	10,90	6,28	13,36	24,90
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i> <sup>1</sup>
Blocos	2	0,0001 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>	1687,23 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>ns</sup>
Genótipos (G)	4	0,0014 <sup>**</sup>	1,168 <sup>**</sup>	4256,83 <sup>**</sup>	0,252 <sup>*</sup>
Condição hídrica (CH)	1	0,1080 <sup>**</sup>	5,125 <sup>**</sup>	45240,83 <sup>**</sup>	24,609 <sup>**</sup>
Interação G × CH	4	0,0005 <sup>*</sup>	0,208 <sup>*</sup>	1205,08 <sup>*</sup>	1,067 <sup>**</sup>
Erro	18	0,0001	0,061	505,23	0,089
CV	-	9,14	13,27	12,33	8,34
		<i>Fo</i>	<i>Fm</i>	<i>Fv</i>	<i>Fv/Fm</i>
Blocos	2	634,43 <sup>ns</sup>	2554,70 <sup>ns</sup>	5300,63 <sup>ns</sup>	0,00082 <sup>ns</sup>
Genótipos (G)	4	6301,58 <sup>**</sup>	39886,38 <sup>**</sup>	18988,21 <sup>**</sup>	0,00082 <sup>bns</sup>
Condição hídrica (CI)	1	79464,53 <sup>**</sup>	115072,13 <sup>**</sup>	385786,80 <sup>**</sup>	0,0770 <sup>**</sup>
Int. G x CI	4	1418,62 <sup>*</sup>	3744,38 <sup>ns</sup>	2461,88 <sup>ns</sup>	0,00090 <sup>ns</sup>
Erro	18	376,47	2125,58	2560,96	0,0003
CV	-	4,81	3,32	5,13	2,57

CV- coeficiente de variação; GL- graus de liberdade; QM- quadrados médios; \*\*, \*, <sup>ns</sup>, significativo ( $p < 0,01$ ), ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo, respectivamente, pelo teste F. <sup>1</sup>Dados transformado em  $\sqrt{x}$ .

No tratamento controle, a maior altura de planta (Figura 1A) foi observada com o genótipo RB041443 (64,6 cm), diferindo estatisticamente de RB863129 (43,3 cm), RB92579 (51,6 cm) e RB021754 (44,3), no entanto o maior número de perfilhos foi observado em RB021754 (27,0 cm) diferindo dos demais genótipos estudados (Figura 1B).



**Figura 1.** Desdobramento da interação para altura de plantas (AP) e número de perfilhos (NP), em genótipos de cana-de-açúcar em função da condição hídrica, aos 39 dias após a rebrota. Letras maiúsculas iguais entre genótipos e minúsculas iguais entre condição hídrica são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443)

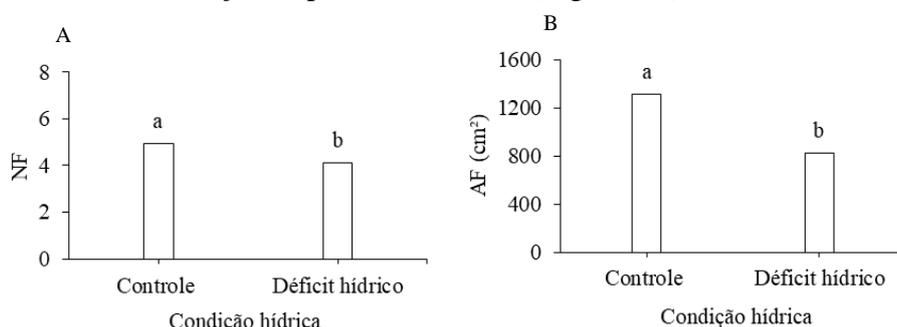
O déficit hídrico reduziu a altura de planta em todos os genótipos de cana-de-açúcar (Figura 1A). No entanto as maiores reduções (38,5 e 39,6%) foram observadas nos genótipos RB962962 e RB041443, respectivamente em relação ao tratamento controle.

O número de perfilhos também foi influenciado negativamente pelo déficit hídrico em todos os genótipos, exceto o genótipo RB863129 que não houve diferença estatística entre as plantas controles em relação as plantas sob déficit hídrico (Figura 1B). Salienta-se que, o número de perfilhos é uma variável muito contributiva no rendimento da cana-de-açúcar, pois interfere diretamente na produção final da cultura.

Com a redução da disponibilidade hídrica, a planta promove o fechamento estomático a fim de reduzir as perdas de água por transpiração, esse fenômeno acarreta redução da absorção de CO<sub>2</sub> pelas folhas, conseqüentemente diminuição da fotossíntese, afetando o crescimento das plantas (TAIZ et al., 2017). Segundo Silva et al. (2008) o déficit hídrico interfere no crescimento por causar restrição na divisão e alongamento celular da cana-de-açúcar. Ao contrário de outras culturas, a produtividade dessa cultura está diretamente relacionada ao crescimento vegetativo, pois os colmos são os principais componentes para o rendimento (GOMATHI, et al., 2014). Em estudo realizado por Maia Junior et al (2018), ao avaliarem 6 genótipos de cana-de-açúcar e 3 condições hídricas (80-100%; 40-60% e 0-20% da água disponível de água no solo), observaram maiores reduções quando aplicado o estresse severo (0-20%) para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colmo e área foliar na ordem 38%, 13% e 44,2%, respectivamente.

Bem como Batista et al. (2015) ao avaliarem os efeitos do déficit hídrico no crescimento de quatro genótipos de cana-de-açúcar (RB92579, RB855453, RB867515 e RB928064) usando um sistema automático de fertirrigação, constataram que o déficit hídrico reduziu 60% a estatura dos colmos em comparação as plantas que não foram submetidas a déficit hídrico.

Houve redução de 16,2% no número de folhas de plantas de cana-de-açúcar quando submetidas a déficit hídrico (Figura 2A). Como consequência da redução foliar, também se observou decréscimo de 37,2% na área foliar quando comparadas as plantas sob déficit hídrico em relação as plantas controles (Figura 2B).

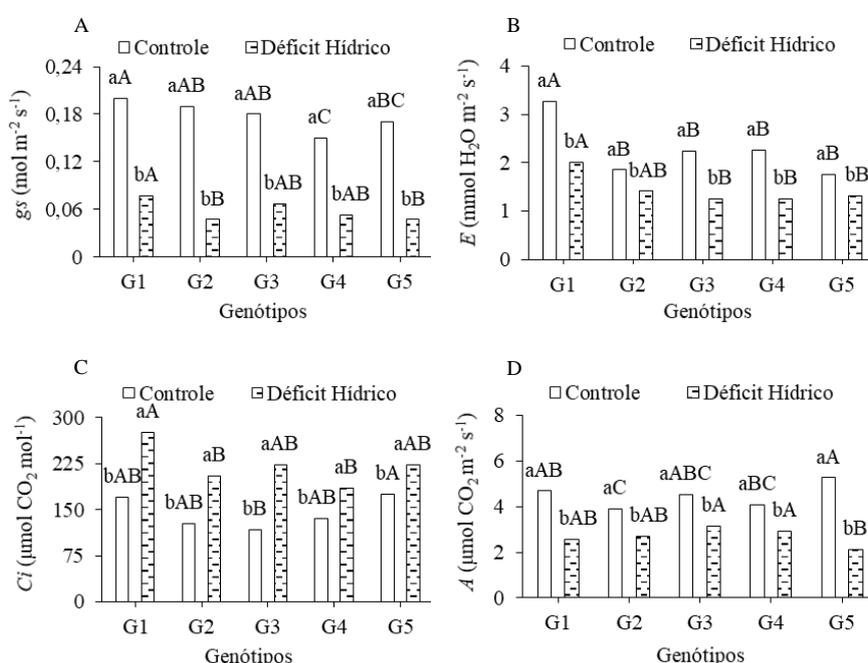


**Figura 2.** Número de folhas (NF) e área foliar (AF) em cana-de-açúcar em função da condição hídrica, aos 39 dias após a rebrota. Letras minúsculas iguais entre condição hídrica são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A redução nessas variáveis interfere diretamente na absorção de radiação solar, como consequências o processo fotossintético, a capacidade de acumulação de sacarose e o rendimento agrícola é reduzido. Em estudo realizado por Maia Junior et al (2018), ao avaliarem 6 genótipos de cana-de-açúcar e 3 condições hídricas (80-100%; 40-60% e 0-

20% da água disponível de água no solo), observaram redução de 44,2% na área foliar quando aplicado o estresse severo (0-20%) em relação ao controle. Bem como Khaled et al. (2018) ao avaliarem oito genótipos (Co.396, Co. 775, Co. 997, Bo.19, Co. 285, F.141, G.2003-47 e G.2007-61) de cana-de-açúcar sob déficit hídrico, observaram redução de 13,2% na área foliar (13,2%).

Todos os genótipos de cana-de-açúcar reduziram mais de 60% a condutância estomática quando submetidos a déficit hídrico, com maior ênfase sobre os genótipos RB92579 (75,2%) e RB041443 (72,3%) (Figura 3A). O fechamento estomático advindo do déficit hídrico, influenciou a taxa de transpiração das plantas com reduções na ordem de 38,8; 23,7; 43,9; 44,6 e 25,5%, respectivamente para RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443 (Figura 3B). Salienta-se que tais reduções na  $g_s$  e consequentemente na  $E$ , ocorrem a custo de energia, como consequências há limitação no crescimento e desenvolvimento das plantas.



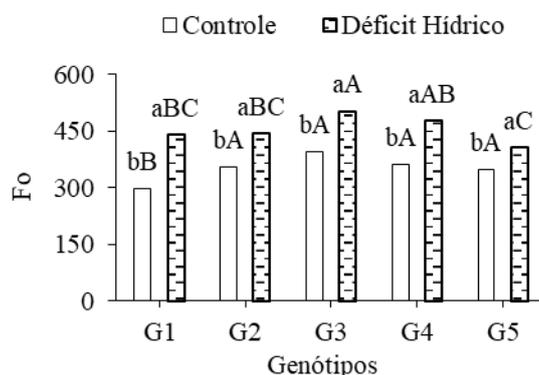
**Figura 3.** (A) condutância estomática ( $g_s$ ), (B) transpiração ( $E$ ), (C) concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) e (D) taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) de genótipos de cana-de-açúcar submetidos a diferentes condições de manejo da irrigação, 39 dias após a rebrota. Letras maiúsculas iguais entre genótipos e minúsculas iguais entre condição hídrica são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Em D, os dados para taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  foram transformados em  $\sqrt{x}$ . (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443)

Apesar das plantas de cana-de-açúcar terem reduzido a abertura estomática com a imposição do déficit hídrico, no entanto, observou-se aumento na concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Figura 3C). Tal aumento na  $C_i$ , pode ser oriundo do represamento de carbono na célula que não estava sendo metabolizado, refletindo na redução da eficiência de carboxilação e consequentemente em menor taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ , como observados na Figura 3D, havendo reduções na ordem de 45,5; 31,1; 30,9; 28,2 e 59,8% respectivamente sobre os genótipos RB863129 (G1), RB92579 (G2), RB962962 (G3), RB021754 (G4) e RB041443 (G5).

Segundo Laxa et al. (2019), o fechamento estomático ocorre no intuito de restringir a perda de água por transpiração, sendo considerado uma estratégia adaptativa das plantas. Estômatos abertos possibilitam a absorção e saída de gás carbônico e ao fecharem, economizam água e restringem o risco de desidratação. O decréscimo da fotossíntese sob déficit hídrico, decorreu da redução na  $g_s$  e na  $E$  evidenciando que fatores de ordem estomática atuam sobre as atividades de trocas gasosas das plantas de algodão, quando submetidas ao estresse hídrico. Isso ocorre em virtude de que os parâmetros fisiológicos são dependentes da abertura estomática, conseqüentemente, necessitando da disponibilidade de água no solo (YI et al., 2016).

A fluorescência inicial de todos os genótipos de cana-de-açúcar foi elevada quando as plantas foram submetidas a déficit hídrico na fase de perfilhamento, sendo mais pronunciado em RB863129 com aumento de 47,19%, seguido do RB0214754 (32,22%), RB962962 (277,18%), RB92579 (25,35%) e do RB041443 com 17,04% (Figura 4). Dessa forma, o aumento na  $F_0$  sob déficit hídrico pode ser resultado de danos no centro de reação do PSII, bem como da redução de transferência da energia do complexo antena para o centro de reação (BAKER, 2008; LIMA et al., 2019).

Quando comparados os genótipos em função do déficit hídrico, observou-se em RB962962 e RB021754 maiores médias na fluorescência inicial. No entanto no tratamento controle, observou-se que o genótipo RB863129 obteve menor média na fluorescência inicial.

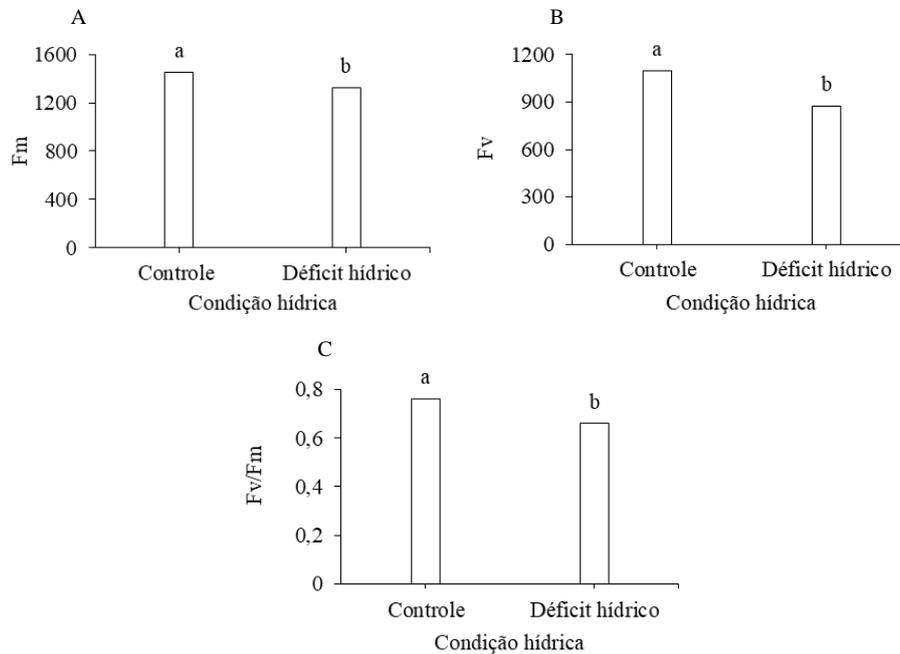


**Figura 4.** Desdobramento da interação para fluorescência inicial ( $F_0$ ), em cana-de-açúcar em função do genótipo e da condição hídrica na fase de perfilhamento. Letras maiúsculas iguais entre genótipos e minúsculas iguais entre lâminas de irrigação são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443)

Para fluorescência máxima ( $F_m$ ) em função da condição hídrica (Figura 5A), observou-se redução de 123,93 elétrons  $\text{quantum}^{-1}$  quando as plantas foram submetidas a déficit hídrico, o equivalente a 8,5% quando comparado com as plantas controle.

Em decorrência do aumento da fluorescência inicial e redução da fluorescência máxima quando as plantas de cana-de-açúcar foram submetidas a déficit hídrico, constatou-se redução de 226,8 elétrons  $\text{quantum}^{-1}$  na fluorescência variável ( $F_v$ ), o equivalente a 20,63% quando comparado as plantas do tratamento controle (Figura 5B). Evidenciando que a fluorescência variável está intimamente relacionada à variação de  $F_0$  e  $F_m$ . Além disso, essa redução pode estar relacionada à deficiência na fotorredução da quinona  $a$ , possivelmente devido à inativação do PSII nas membranas dos tilacóides,

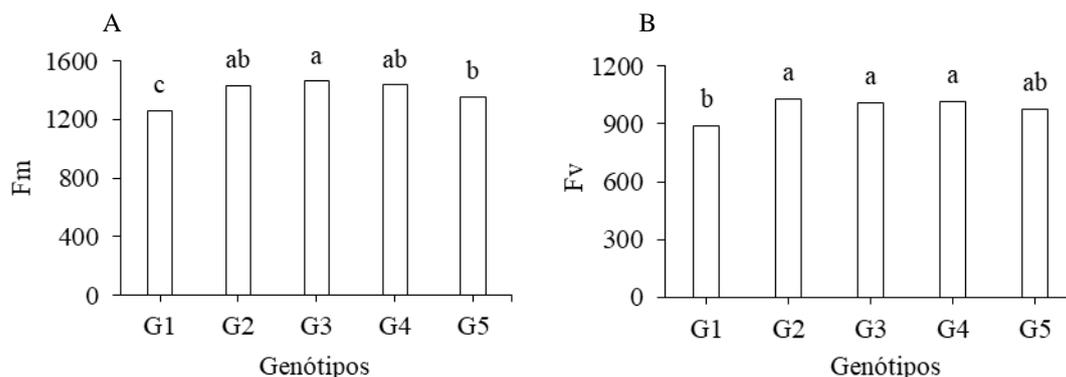
afetando o fluxo de elétrons entre os fotossistemas, conseqüentemente menor será a capacidade da planta em transferir energia para a formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida e, conseqüentemente, menor capacidade de assimilação do  $\text{CO}_2$  na fase bioquímica da fotossíntese (BAKER, 2008; LIMA et al., 2019).



**Figura 5.** Fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável e eficiência quântica máxima do PSII ( $F_v/F_m$ ) de cana-de-açúcar em função da condição hídrica na fase de perfilhamento. Letras minúsculas iguais entre condição hídrica são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A razão  $F_v/F_m$  estima a eficiência quântica máxima do PSII, quando todos os centros de reação do PSII estão abertos (Baker, 2008), neste estudo, observou-se que as plantas sob déficit hídrico reduziram 13,15% em relação as plantas controles (Figura 5C). Tal redução provavelmente foi induzida pelas alterações ocorridas na  $F_o$ , uma vez que o valor observado em  $F_v/F_m$  foi 0,66 elétrons quantum<sup>-1</sup>. Desse modo, fica evidente que ocorreu dano no FSII desse genótipo, pois, o valor máximo obtido para a razão  $F_v/F_m$  ficou abaixo de 0,75 elétrons quantum<sup>-1</sup>.

Analisando a  $F_m$  e  $F_v$  entre os genótipos de cana-de-açúcar de forma isolada, as maiores médias, foram obtidas em RB92579, RB962962 e RB021754 (Figura 6 A e B). Tais resultados, evidenciam que os genótipos de cana-de-açúcar estudados têm comportamentos diferentes quando submetidos ao déficit hídrico, o que pode estar relacionada com as características genéticas.



**Figura 6.** Fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) de genótipos de cana-de-açúcar. Letras minúsculas iguais entre genótipos são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443)

#### 4. CONCLUSÕES

O déficit hídrico na fase de perfilhamento em cana soca reduz com maior intensidade a altura de plantas em RB962962 e RB041443, o número de perfilho em RB962962, os parâmetros de trocas gasosas em RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443, bem como a fluorescência variável, fluorescência máxima e eficiência quântica máxima do PSII, número de folhas e área foliar da cana-de-açúcar.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

#### LITERATURA CITADA

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, n.1, p.89-113, 2008.

BATISTA, E. L.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; LYRA, G. B.; SILVA, T. G.; BOEHRINGER, D. Avaliação do efeito do estresse hídrico no crescimento de cultivares de cana-de-açúcar usando um sistema automático de fertirrigação. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.2, p.215-229, 2015.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; ÖQUIST, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, p.497-514, 1989.

DLAMINI, P. J. Drought stress tolerance mechanisms and breeding effort in sugarcane: a review of progress and constraints in South Africa. **Plant Stress**, v.2, p.1-18, 2021.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. *Irrigation and drainage paper*, v.33, p.257, 1979.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v.37, n.4, p.529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

GOMATHI, R.; THANDAPANI, P. Influence of salinity stress on growth parameters and yield of sugarcane. **IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v.9, n.3, p.28-32, 2014.

KHALED, K. A.; EL-ARABI N. I.; SABREY N. M.; EL-SHRBING S. Sugarcane genotypes assessment under drought conditions using amplified fragment length polymorphism. **Biotechnology**. v.17, n.3, p.120-127, 2018.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B. DA; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

LAXA, M.; LIEBTHAL, M.; TELMAN, W.; CHIBANI, K.; DIETZ, K. J. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. **Antioxidants**, v.8, n.4, p.94, 2019.

LIMA, G. S. de; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A. dos; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.1, p.214-225, 2019.

MAIA JÚNIOR, S. de O.; SILVA, J. A. C.; SANTOS, K. P. O.; CORDEIRO, D. R.; SILVA, J. V.; ENDRES, L. Respostas morfológicas e fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar sob estresse hídrico no segundo ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.3, p.2661-2672, 2018.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.345, p.659-668, 2000.

SAGE, R. F.; PEIXOTO, M. M.; SAGE, T. L. Photosynthesis in sugarcane. MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. (Eds.). **Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology**. Iowa: Wiley-Blackwell. 2013. p.121-149.

SILVA, M. D. A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G.; SANTOS, C. M.; SHARMA, V. Relationships between physiological traits and productivity of sugarcane in response to water deficit. **The Journal of Agricultural Science**, v.152, n.1, p.104-118, 2014.

SILVA, M. da A.; JERONIMO, E. M.; DAL'COL LÚCIO, A. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.979-986, 2008

SOUZA, C. A.; VITTI, A. C.; SANQUETTA, C. R.; GAITAROSSA, E. C. Produção de biomassa da cana-de-açúcar por meio do uso de organominerais em cana planta e cana soca. **BIOFIX Scientific Journal**, v.1, n.1, p.38-43, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VERMA, K. K.; SONG, X. P.; VERMA, C. L.; CHEN, Z. L.; RAJPUT, V. D.; WU, K. C.; LIAO, F.; CHEN, G.L.; LI, Y. R. Functional relationship between photosynthetic leaf gas exchange in response to silicon application and water stress mitigation in sugarcane. **Biological Research**, v.54, n.1, p.1-11, 2021.

YI, X. P.; ZHANG, Y. L.; YAO, H. S.; LUO, H. H.; GOU, L.; CHOW, W. S.; ZHANG, W. F. Rapid recovery of photosynthetic rate following soil water deficit and re-watering in cotton plants (*Gossypium herbaceum* L.) is related to the stability of the photosystems. **Journal of Plant Physiology**, v.194, p.23-34, 2016.

## IMPACTOS DA COVID-19 NOS ASPECTOS SOCIAIS E NA SEGURANÇA ALIMENTAR DE MUNICÍPIOS DE VIÇOSA-AL

DOI: 10.36599/itac-pisaaq.009

Alane Rodrigues de Souza<sup>1</sup>, Kátia Christina Pereira Lima<sup>1</sup>, Rógenes Ferreira Caetano<sup>1</sup>, Mayara de Lima Costa<sup>1</sup>, Bárbara Davis Brito dos Santos<sup>1</sup>, Rita de Cássia de Amorim Lindolfo<sup>2</sup>, Luciana Vanessa Anselmo Sampaio<sup>3</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Unidade de Ensino Fazenda São Luiz/Viçosa-AL, Campus Arapiraca. E-mail: alanerodriguesmelovet@hotmail.com

<sup>2</sup>Centro Universitário Cesmac, Marechal Deodoro-AL.

<sup>3</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA, Instituto de Biologia, Campus Ondina, Salvador – BA.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB.

### RESUMO

O avanço do novo coronavírus, tem gerado interrupção das atividades cotidianas da população, devido ao isolamento social. Tais restrições são imprescindíveis na diminuição da transmissão da COVID-19, estas implicam em modificações no comportamento do estilo de vida das pessoas, gerando impactos diretos nos hábitos alimentares. Tendo em vista tais considerações, objetivou-se avaliar os impactos da COVID-19 na segurança alimentar e aspectos sociais de municípios de Viçosa, Alagoas. Para a coleta de informações a responder os objetivos inerentes a esta pesquisa, foi utilizado um método qualitativo de coleta de dados. A pesquisa foi classificada como descritiva cujo objetivo foi descrever a particularidade de uma determinada população ou fenômeno, através da avaliação de determinadas variáveis. A elaboração do questionário foi consolidada através de 21 perguntas relacionadas ao perfil social, econômico e de segurança alimentar da população amostrada. A pandemia da covid-19 no Município de Viçosa, AL foi responsável pelo aumento de 127% na taxa de desempregados, refletindo no poder de compra dos alimentos. O percentual de famílias que não conseguem obter uma alimentação saudável aumentou com a pandemia de covid-19. Não houve oscilação significativas entre o consumo de frutas e verduras antes e durante a pandemia, bem como, a quantidade de pessoas que consumiam algum produto industrializados e congelado continuou em alta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pandemia, consumo alimentar, higienização dos alimentos.

### 1. INTRODUÇÃO

O avanço do novo coronavírus (SARS-CoV-2) no mundo, tem gerado interrupção das atividades cotidianas da população, devido ao isolamento social (OLIVEIRA et al., 2020). Embora as restrições sejam imprescindíveis na minimização da transmissão direta da COVID-19, estas implicam em modificações no comportamento do estilo de vida das pessoas, incluindo mudanças na prática de atividades físicas e principalmente nos hábitos alimentares (ARORA e GREY, 2020).

Com o agravamento da pandemia, a produção, comercialização, oferta e consumo de alimentos foram afetados pelo isolamento social. Gerando implicações para a população mais vulnerável em termos sociais, econômicos e sanitários, no que se refere à oferta suficiente de alimentos in natura e um aumento no consumo de alimentos processados, em virtude do preço e da facilidade de acesso (RIBEIRO-SILVA et al., 2020). A alta nos preços dos alimentos retraiu o poder de compra, e consequentemente

o consumo alimentar (BRINKMAN et al., 2010), aumentando as desigualdades sociais, devido ao aumento da taxa de desemprego e a redução da renda, afetando principalmente os mais vulneráveis. Para tentar diminuir os impactos financeiros por consequência do fechamento do comércio, restaurantes e outros serviços de alimentação, o sistema *delivery* entra em cena e, para assegurar que os produtos oferecidos sejam de qualidade, os órgãos de fiscalização reforçam as medidas de higiene e de manipulação dos produtos, visto que, ainda não existe um consenso sobre a dimensão da propagação do novo vírus em produtos alimentícios (OLIVEIRA et al., 2020).

A Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, consiste no direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo, como base, práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural, ambiental, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006). Segundo o CONSEA (2006), a Lei nº 11.346, consagra uma concepção abrangente da Segurança Alimentar e Nutricional, bem como, do direito humano à alimentação e a soberania alimentar, representando um enorme passo para vencer a fome. Consequentemente, abrindo possibilidade para que, qualquer brasileiro possa cobrar do Estado medidas que corrijam esta situação. A segurança alimentar e nutricional tem sido defendida como um eixo do desenvolvimento, tendo como objetivo estratégico as políticas públicas nacionais fundamentadas no princípio da soberania alimentar e do direito à alimentação (MALUF, 2007).

Para além dessa garantia constitucional da alimentação, outra frente que se destacou e avançou nas discussões em torno da segurança e soberania alimentar se deu a respeito das origens e dos processos de produção dos alimentos. Dessa forma, abriu-se na sociedade, questionamentos acerca da capacidade do atual modelo de produção de alimentos na garantia desses direitos. Frente a isso, o campo agroecológico, que defende a produção fundada em três pilares básicos (socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente sustentável) faz frente ao enfrentamento à fome e as desigualdades alimentares como observa Oliveira et al. (2018) quando afirma que a abordagem agroecológica promove a autonomia, devido valorizar os produtos locais, promover o diálogo e a troca de saberes por meio do reconhecimento dos métodos tradicionais de manejo produtivo.

De acordo com a REDE PENSSAN (2022) e seu Inquérito Nacional Sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil, cerca de 125,2 milhões de pessoas residentes em domicílio em situação de Insegurança Alimentar; e destes 33 milhões em situação de fome (Insegurança Alimentar Grave). Diante de tais considerações, objetivou-se avaliar os impactos da COVID-19 na segurança alimentar e aspectos sociais de municípios de Viçosa, Alagoas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Viçosa, AL. Segundo o Instituto Brasileiro de pesquisas geográficas-IBGE (2022) o Município tem uma população de 25.655 habitantes, englobando a zona urbana e rural. O Município supracitado está localizado a

81 km da capital Maceió, tendo como municípios limítrofes: Cajueiro, Capela, Mar Vermelho, Chã Preta, Pindoba e Paulo Jacinto e está localizado sobre as seguintes coordenadas geográficas: 9° 22' 15,6" de latitude sul e 36° 14' 27,6" de longitude oeste. Para a coleta de informações a responder os objetivos inerentes a esta pesquisa, foi utilizado um método qualitativo de coleta de dados.

A pesquisa foi classificada como descritiva cujo objetivo foi descrever a particularidade de uma determinada população ou fenômeno, através da avaliação de determinadas variáveis. Segundo Prodavon; Freitas (2013), uma das características importantes desse tipo de pesquisa é a aplicação de métodos padronizados de coleta de informações, como entrevistas, formulários, questionários, testes e observações. Ainda de acordo com os mesmos autores, do ponto de vista técnico, esta pesquisa se enquadra como Survey, que é realizada quando se pretende analisar um problema objeto de estudo através de perguntas diretas para um determinado grupo de indivíduo por meio de algum tipo de formulário de pesquisa.

Inicialmente, o estudo foi embasado em pesquisas bibliográficas a respeito do objeto de estudo, através de matérias difundidos na literatura referente ao tema, compostos principalmente de publicações livres em periódicos on-line. Em seguida, realizou-se um levantamento de dados acerca do conhecimento que os autores envolvidos na pesquisa detêm a respeito da segurança alimentar. No entanto, na maioria das vezes nos levantamentos, não é possível realizar a pesquisa com toda a população da área pesquisada. Deste modo, selecionasse por meio de métodos estatísticos, uma amostragem do universo da população.

A elaboração do questionário foi consolidada através de 21 perguntas relacionadas ao perfil social, econômico e de segurança alimentar da população amostrada, tais como: faixa etária, gênero, localidade da residência, número de pessoas por família, ocupação antes e durante a pandemia, renda familiar antes e durante a pandemia, higienização de alimentos, prática de alimentação saudável, consumo de frutas, verduras e legumes e consumo de alimentos congelados.

Para a análise dos questionários foi utilizado um padrão de contagem, transformados em percentual e apresentados em formas de gráficos e tabelas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pandemia da COVID-19 continua em ascensão e pouco se sabe da sua dinâmica, até quando vai perdurar, tornando-se difícil mensurar os efeitos ou impactos que ainda podem ser causados. A segurança alimentar e nutricional, bem como, os aspectos sociais da população estão em constantes mudanças. Muitas famílias no decorrer desse período tiveram a renda reduzida, impactando diretamente no poder de compra e consequentemente na alimentação. Nessa pesquisa, foi aplicado o questionário a 345 pessoas do município de Viçosa, AL, cada pessoa correspondia a uma família diferente, assim abrangendo 345 domicílios.

Na Tabela 1, estão apresentados os dados referentes a faixa etária da população amostrada. Verifica-se que a faixa etária predominante foi de 18 a 39 anos de idade, composta por 325 (94,2%) pessoas, seguida de 18 (5,2%) na faixa etária de 40 a 59 anos

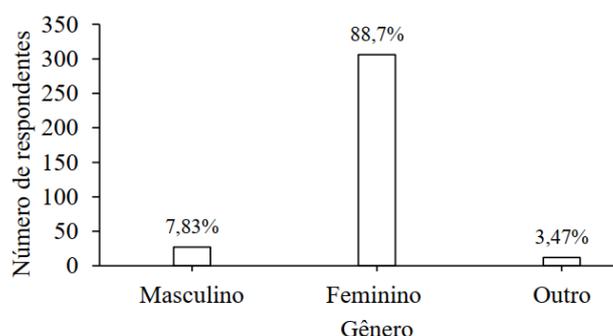
de idade e de 2 (0,6%) a partir de 60 anos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Faixa etária dos respondentes. Viçosa/AL, maio de 2021.

Faixa etária (anos)	Número de respondentes (fi)	fr*	%**
18   39	325	0.942	94.2
40   59	18	0.052	5.2
A partir de 60	2	0.006	0.6
Total	345	1.00	100

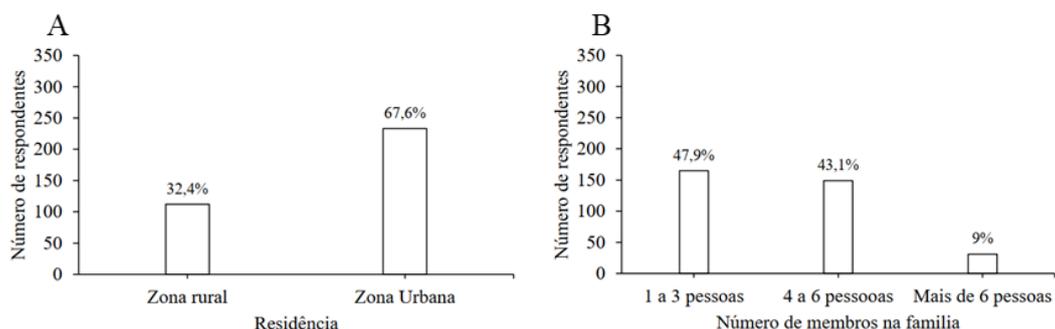
Fonte: dados coletados na pesquisa; \* frequência relativa (notação decimal); \*\* frequência relativa

A partir dos questionários foi possível verificar que dentre os respondentes à maioria era do sexo feminino correspondendo a 306 (88,7%), seguido de 27 (7,83%) do sexo masculino e 12 (3,4%) que declaram a opção outros (Figura 1). Esses números podem ser reflexo do tema de pesquisa, que por sua vez, pode ter despertado maior curiosidade do público feminino para responder ao questionário, uma vez que, o meio utilizado para coleta dos dados foi totalmente de modo virtual, através das plataformas digitais.



**Figura 1.** Gênero dos entrevistados. Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

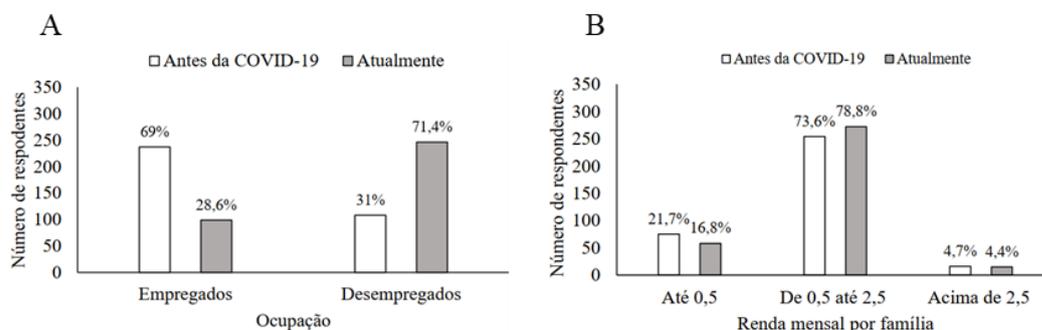
Do total de domicílios pesquisados, 112 (32,4%) estavam localizados na zona rural e 233 (67,6%) na zona urbana (Figura 2 A). Desse total, 47,9% das famílias eram compostas por 1 a 3 membros, 43,1% possuíam em torno de 4 a 6 pessoas e 9% das famílias tinha acima de 6 pessoas (Figura 2B).



**Figura 2.** Número de pessoas respondentes segundo a localidade onde reside (A) e o número de membros da família (B). Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

Na Figura 3, encontra-se os números de respondentes referente ao quesito emprego e renda familiar antes da COVID-19 e atualmente. Constata-se na Figura 3A, que os números de pessoas empregadas antes da pandemia eram de 237, o equivalente a 69% da amostra e apenas 108 pessoas da população amostral estava sem emprego na época,

correspondendo a 31%. Com o surgimento da COVID-19, observou-se que o número de empregados caiu para 99 pessoas (28,6%), um decréscimo de 58,2%, quando comparado o número de empregados atualmente em relação ao número antes da COVID-19. Em contrapartida, o número de desempregados subiu em torno de 127%.



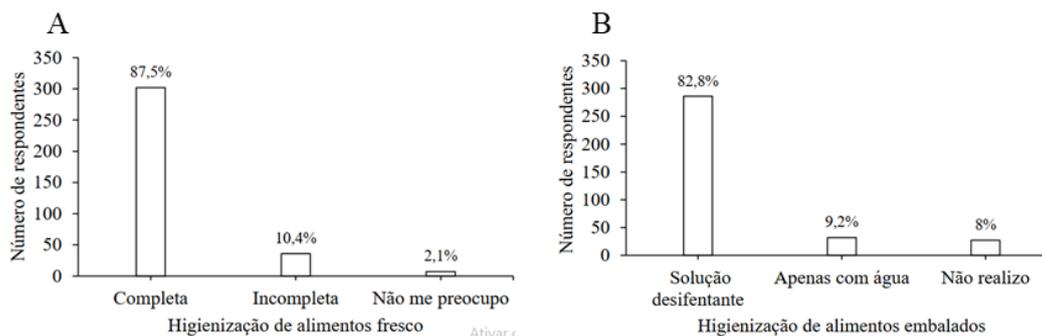
**Figura 3.** Ocupação (A) e renda familiar (B) antes da pandemia e atualmente. Viçosa,AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

Após análise das respostas relacionadas a renda familiar, verificou-se que antes da COVID-19, 21,7% das famílias entrevistadas possuíam renda de até meio salário mínimo, 73,6%, tinham renda que variavam entre meio salário até 2,5 salários e apenas 4,7% deste público detinham renda acima de 2,5 salários mínimos (Figura 3B). Com o advento da pandemia, esses números foram modificados, houve aumento no número de famílias que recebiam entre 0,5 e 2,5 salários mínimos, elevando-se para 78,2% e houve um decréscimo no número de famílias que recebiam até meio salário mínimo e as que recebiam acima de 2,5 salários mínimos (Figura 3B). Quando comparado a rendafamiliar antes da COVID-19 e a renda atual das famílias participantes desta pesquisa,foi observado que 22% e 6,5% das famílias que recebiam até meio salário e acima de 2,5 salários, respectivamente, migraram para uma nova faixa de renda. Enquanto que as famílias que possuíam renda entre 0,5 e 2,5 salários aumentou 7%.

Analisar o perfil socioeconômico da população amostrada, serve como variável explicativa para análises de diversos fenômenos sociais, pois torna-se importante para conhecer os moradores do local bem como facilita respostas específicas para as ações da pesquisa (ALVES; SOARES, 2009). A pandemia da covid-19, tornou-se um grande desafio em todo o país, agravando de forma substancial os índices relativos a violação dos direitos humano em especial o que concerne à alimentação adequada para todos. De acordo com Alpino et al. (2020) o impacto da pandemia da covid-19 no Brasil elevou os índices de fome principalmente quando se leva em consideração a desigualdade social e a distribuição derenda.

Quando questionados sobre a higienização de produtos frescos, como: frutas, verdurase vegetais, 87,5% das famílias responderam que com a pandemia costumam fazer umahigienização completa desses produtos utilizando solução desinfetantes. 10,4% disseram que fazem sim a higienização dos produtos, porém, de forma incompleta e 2,1% dizem não se preocuparem com essas medidas (Figura 4A). Com relação a higienização de produtos embalados (Figura 4B), 88,2% também fazem a higienização completa com produtos desinfetantes, 9,2% realizam apenas uma lavagem simples com água e 8% não realizam nenhum tipo de higienização, guardam os produtos da mesma forma que vem

do mercado.

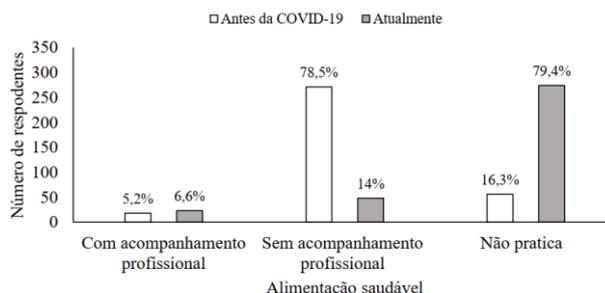


**Figura 4.** Higienização de alimentos fresco (A) e embalados (B). Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

Comparando a preocupação com a higienização entre os produtos frescos (verdura, legumes e vegetais) com os produtos embalados (Figura 4 B), observou-se que a população se preocupa mais em higienizar os produtos frescos, ou seja, houve uma diminuição na higienização dos alimentos em 5,2 e 11,1%, respectivamente para higienização completa e incompleta, quando comparado os alimentos fresco com os embalados. O número de pessoas que responderam que não se preocupam aumentou 285%, quando comparados os dois tipos de alimentos.

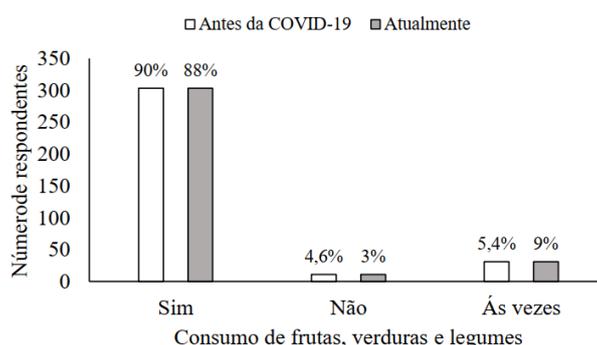
A alimentação saudável pressupõe uma vida saudável, com mais energia e com um sistema imunológico mais forte. Nos últimos tempos a alimentação tem sido fonte de muitas pesquisas, uma vez que a inserção de alimentos industrializados, do advento dos fast foods e dos alimentos congelados, surge com eles a obesidade, o aumento dos problemas cardiovasculares, diabetes, colesterol e uma gama de doenças oriundas do consumo exacerbado desses alimentos. Consumir alimentos saudável garante ao corpo uma vida mais longa e com menos problemas.

Na Figura 5, encontra-se o comportamento das famílias participantes desse estudo quanto ao uso de alimentação saudável antes da COVID-19 e atualmente. 16,3% dos entrevistados, responderam que antes da COVID-19 não tinham uma alimentação saudável, 83,7% responderam que tinha sim uma alimentação saudável, sendo que 5,2% eram acompanhadas por profissional e 78,5% não tinha acompanhamento profissional. Com o surgimento da pandemia esses números se inverteram, sendo apenas 20,6% dos entrevistados que continuam com alimentação saudável e 79,4% não fazem uso desta prática. A redução das pessoas que tinham uma alimentação saudável antes da pandemia em relação as que continuam se alimentando saudavelmente no dia atuais foi de 74%.



**Figura 5.** Número de respondentes quanto a prática de alimentação saudável antes da COVID-19 e atualmente. Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

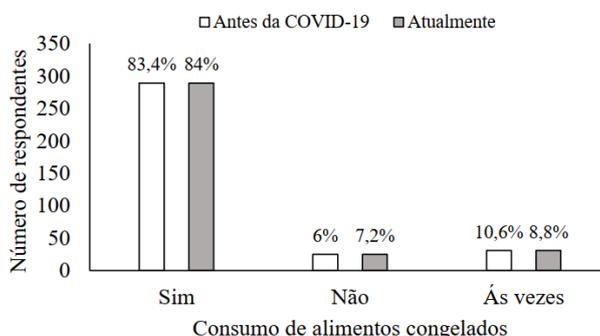
Também foi feita uma relação entre o consumo de frutas, verduras e vegetais antes da COVID-19 e atualmente, com objetivo de entender se houve alguma modificação nos hábitos de consumo da população de Viçosa, AL. Na Figura 6, observa-se os números relativos a essas variáveis. 90% dos entrevistados responderam que antes da pandemia tinha o hábito de consumir esses produtos. Atualmente, em meio à onda da COVID-19 esse número reduziu para 88%. Outros 4,6% responderam que não consumiam frutas, verduras e vegetais antes da pandemia e atualmente apenas 3% não consomem. Os que responderam que só consumiam esses produtos só as vezes eram de 5,4% antes da pandemia e 9% atualmente.



**Figura 6.** Consumo de frutas, verduras e legumes antes da COVID-19 e atualmente. Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

De acordo com o estudo de Steele et al. (2020), relataram que em vários Estados da Federação, as pessoas passaram a comprar mais frutas e hortaliças, passando de 40,2% antes da pandemia para 44,6% durante ela. Esse fato, torna-se muito positivo, pois reflete na busca da população por uma alimentação mais saudável, isentos de conservantes.

Quanto a consumo de alimentos congelados, os números não oscilaram muito quando relacionado os dois períodos. Antes da pandemia, 83,4% dos respondentes afirmaram que era usual a utilização de alimentos congelados em sua residência, 6% relataram que não consumiam e 10,6% que consumia uma vez por outra. Atualmente 84% continuam consumindo, 7,2% não fazem uso desses alimentos e 8,8% consome esporadicamente (Figura 7).



**Figura 7.** Número de respondentes quanto ao consumo de alimentos congelados antes da COVID-19 e atualmente. Viçosa, AL, 2021. Fonte: dados coletados na pesquisa

A inclusão de alimentos congelados e processados contribuem para o aumento das doenças crônicas que já assolam uma boa parte da população brasileira, a exemplo, das doenças cardiovasculares e da obesidade mórbida, uma vez que, esses alimentos contribuem com uma grande quantidade de calorias indesejadas alterando o estado natural da alimentação. Segundo Santos et al. (2020) essas doenças associadas ao paciente acometidos com a covid-19 piora o quadro desses pacientes.

#### 4. CONCLUSÕES

A pandemia da covid-19 no Município de Viçosa, AL foi responsável pelo aumento de 127% na taxa de desempregados, refletindo no poder de compra dos alimentos e consequentemente na diminuição da quantidade de refeições diárias realizadas pelas famílias, sendo que 75,6% dos entrevistados responderam que fazem no máximo três refeições por dia.

O percentual de famílias que não conseguem obter uma alimentação saudável aumentou com a pandemia de covid-19. Não houve oscilação significativas entre o consumo de frutas e verduras antes e durante a pandemia, bem como, a quantidade pessoas que consumiam algum produto industrializados e congelado continuou em alta.

#### LITERATURA CITADA

ALPINO, T. de M. A.; SANTOS, C. R. B.; BARROS, D. C. de; FREITAS, C. M. de. COVID-19 e insegurança alimentar e nutricional: ações do Governo Federal brasileiro na pandemia frente aos desmontes orçamentários e institucionais. **Cadernos de Saúde Pública**, v.36 n.8, 2020.

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Medidas de nível socioeconômico em pesquisas sociais: uma aplicação aos dados de uma pesquisa educacional. **Opinião Pública**, v.15, n.1, p.1-30, 2009.

ARORA, T.; GREY, I. Health behaviour changes during COVID-19 and the potential consequences: A mini-review. **Journal of Health Psychology**, v.25, n.9, p.1155-1163, 2020.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2006.

BRINKMAN, H. J.; DE PEE, S.; SANOGO, I.; SUBRAN, L.; BLOEM, M. W. High food prices and the global financial crisis have reduced access to nutritious food and worsened nutritional status and health. **The Journal of nutrition**, v.140, n.1, p.153S-161S, 2010.

CONSEA: Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Lei de segurança alimentar e nutricional**. Conceitos: Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Disponível em: [https://www.epsvjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/lei\\_11346-06.pdf](https://www.epsvjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/lei_11346-06.pdf). Acesso em 01 de mai. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades. Alagoas. Viçosa.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/vicosa.html>. Acesso em: 14 de out. 2022.

MALUF, R. S. J. **Segurança alimentar e nutricional.** Petrópolis: Editora Vozes, 2007.  
OLIVEIRA, T.C., ABRANCHES, M.V.; LANA, R.M. **(In)Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2.** Cadernos de Saúde Pública ISSN 1678-446436 n°.4 Rio de Janeiro, Abr 2020.

OLIVEIRA, T. C., TAVARES, E. D., COLLADO, A. C. **Agroecologia: um caminho para a segurança alimentar e nutricional de famílias agricultoras, em Sergipe. Anais do IV Seminário sobre alimentos e manifestações culturais.** IN: III Simpósio Internacional Alimentação e Cultura. UFS. Mai 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo, 2013.

REDE PENSSAN: Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. **Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil.** Disponível em: <https://olheparaafome.com.br/> Acesso em: 10 out 2022.

RIBEIRO-SILVA, R. de C.; PEREIRA, M.; CAMPELLO, T.; ARAGÃO, E.; GUIMARÃES, J. M. de M.; FERREIRA, A. J.; BARRETO, M. L.; SANTOS, S. M. C. dos. Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.25, p.3421-3430, 2020.

## ORGANIZADORES

### **Francisco de Assis da Silva**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia Agrícola (Área de concentração Irrigação e Drenagem) pela CTRN/UFCG. Atualmente é bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq. Atua principalmente nos temas: irrigação e drenagem, fisiologia vegetal e manejo e conservação do solo e da água, com ênfase em estresse biótico e abiótico.

### **Mirandy dos Santos Dias**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Doutorando em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atua principalmente nos temas: irrigação e drenagem, fisiologia vegetal e manejo e conservação do solo e da água, com ênfase em estresse biótico e abiótico.

### **Lígia Sampaio Reis**

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Conservação de Solo e Água, atuando principalmente nos seguintes temas: Irrigação, Manejo de água e solo.

### **Pedro Luan Ferreira da Silva**

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e doutorando em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Tem experiência em Agronomia, com ênfase em Física e Manejo do Solo e da Água, atuando nos seguintes temas: Indicadores físicos de qualidade do solo e sistemas conservacionistas de produção agropecuária.

### **João Paulo de Oliveira Santos**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE). Atualmente é Doutorando em Agronomia (UFPB) na área de Agricultura Tropical, com linha de pesquisa em Ecologia, Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Atua com pesquisas com foco em Ecologia, Produção Vegetal, Gestão Ambiental e Recursos Hídricos.

