

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

**ELIZEU MATOS DA CRUZ FILHO**

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE GERGELIM SOB VARIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E PROPORÇÃO DE CINZA VEGETAL  
NO SUBSTRATO**

ALEGRE - ES

2023

ELIZEU MATOS DA CRUZ FILHO

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE GERGELIM SOB VARIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E PROPORÇÃO DE CINZA VEGETAL  
NO SUBSTRATO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Agroecologia e Sustentabilidade, do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Agroecologia e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel

ALEGRE - ES  
DEZEMBRO – 2023



Ministério da Educação  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Campus de Alegre

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO FINAL DE CURSO

Ata de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão do Grau de Especialista pelo Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Agroecologia e Sustentabilidade do Instituto Federal do Espírito Santo.

**Candidato(a):** Elizeu Matos da Cruz Filho

**Orientador(a):** Otacílio José Passos Rangel

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Maurício Novaes Souza – Ifes (membro interno)

Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos – Ufes (membro externo)

**Título do Trabalho:** Emergência e crescimento inicial de gergelim sob variação da qualidade da água de irrigação e proporção de cinza vegetal no substrato

**Link da Defesa:** <https://conferenciaweb.rnp.br/sala/otacilio-jose-passos-rangel>

**Data e Horário:** 27/12/2023 às 14h

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(a) candidato(a) foi arguido(a) oralmente pelos membros da banca, tendo como resultado:

- ( ) APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO FINAL POR UNANIMIDADE  
( X ) APROVAÇÃO SOMENTE APÓS SATISFAZER AS EXIGÊNCIAS QUE CONSTAM NA FOLHA DE MODIFICAÇÕES NO PRAZO FIXADO PELA BANCA (NÃO SUPERIOR A TRINTA DIAS)  
( ) REPROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO FINAL

**NOTA DA BANCA** (de 0 a 100): 95

**RESULTADO** (Aprovado ou Reprovado): **Aprovado**

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata, que será assinada pelos membros da banca.

Alegre-ES. Data da Defesa: 27 de dezembro de 2023.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** OTACILIO JOSE PASSOS RANGEL  
Data: 27/12/2023 15:39:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a): \_\_\_\_\_

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MAURICIO NOVAES SOUZA  
Data: 28/12/2023 08:21:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 1: \_\_\_\_\_

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RENATO RIBEIRO PASSOS  
Data: 28/12/2023 08:50:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 2: \_\_\_\_\_

## EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE GERGELIM SOB VARIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E PROPORÇÃO DE CINZA VEGETAL NO SUBSTRATO

Elizeu Matos da Cruz Filho<sup>1</sup>

Otacílio José Passos Rangel<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se investigar a germinação e o crescimento inicial do gergelim, considerando a influência da qualidade da água de irrigação e a proporção de cinza vegetal no substrato de plantio. Conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, o experimento contou com diferentes proporções de cinzas do bagaço da cana-de-açúcar [0%, 13%, 26%, 40% e 54%] e qualidades da água de irrigação (0,3, 1,8 e 4,1 dS m<sup>-1</sup>). As cinzas não mitigaram os efeitos da salinidade da água de irrigação e seu incremento gerou efeitos negativos na porcentagem de emergência. Contudo, a proporção de cinzas de até 13,7% aumentou o índice de velocidade de emergência com uso de água com condutividade elétrica de 0,3 dS m<sup>-1</sup>; mas, quando utilizada água salina, causou efeitos prejudiciais. O tempo médio de emergência e a velocidade média de emergência apresentaram resultados positivos com uma proporção de cinzas de até 21%, quando utilizada água não salina. A altura, diâmetro do caule e comprimento da raiz foram afetadas negativamente pelo aumento da proporção de cinzas no substrato, especialmente sob irrigação com água salina.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L; estresse salino; adubo orgânico; agricultura sustentável.

## EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF SESAME UNDER VARIATION IN IRRIGATION WATER QUALITY AND VEGETABLE ASH PROPORTION IN SUBSTRATE

**ABSTRACT:** The objective was to investigate the germination and initial growth of sesame, considering the influence of the quality of the irrigation water and the proportion of vegetable ash in the planting substrate. Conducted at the Federal Rural University of Pernambuco, the experiment included different proportions of ash from

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, elizeu.cruz9@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor; Doutor, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, ojprangel@ifes.edu.br.

sugarcane bagasse [0%, 13%, 26%, 40% and 54%] and qualities of irrigation water (0.3, 1.8 and 4.1 dS m<sup>-1</sup>). The ash did not mitigate the effects of the salinity of the irrigation water, and its increase generated negative effects on the emergence percentage. However, the proportion of ash of up to 13.7% increased the emergency speed index using water with an electrical conductivity of 0.3 dS m<sup>-1</sup>; but when saline water was used, it caused harmful effects. The average emergence time and average emergence speed showed positive results with an ash proportion of up to 21%, when non-saline water was used. Height, stem diameter and root length were negatively affected by increasing the proportion of ash in the substrate, especially under saline water irrigation.

Keywords: *Sesamum indicum* L; saline stress, organic fertilizer, sustainable agriculture.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L), conhecida por sua versatilidade e valor nutricional, desempenha um papel importante na agricultura em todo o mundo, principalmente por pequenos e médios produtores, tanto por seus benefícios socioeconômicos e por ser de fácil cultivo (DIAS et al., 2022).

Embora o gergelim seja uma cultura tolerante ao déficit hídrico, seu rendimento é afetado por fatores abióticos, como a salinidade. Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, a disponibilidade de água doce para irrigação é limitada devido às características climáticas dessa região, levando à necessidade de utilização de água salina em diversas situações para dar continuidade às atividades produtivas. Contudo, quando utilizadas, essas águas podem ter impactos negativos no crescimento inicial das plantas, afetando a absorção de água e nutrientes (GUIMARÃES et al., 2023).

Em condições salinas, o processo de germinação das sementes é prejudicado devido à redução na hidratação e embebição inicial das sementes e pela ação de íons tóxicos, como Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Isso ocorre devido ao aumento do gradiente osmótico entre as sementes e o meio de crescimento, levando a alterações do seu metabolismo, atrasos na germinação, mobilização de reservas e diminuição da viabilidade das sementes (DUTRA et al., 2017). Sendo assim, fazem-se necessárias

estratégias de uso de fatores que atenuem ou minimizem esses efeitos dos sais sobre as plantas.

Nesse contexto, a aplicação de resíduos orgânicos, como a cinza vegetal, pode ser uma alternativa para melhorar as condições físico-químicas do solo e atuar como atenuante do estresse salino sobre as plantas. A cinza vegetal é um produto da queima de materiais orgânicos que contém elementos importantes para a nutrição das plantas, como magnésio, fósforo e potássio, que pode contribuir para reduzir a acidez e aumentar a fertilidade do solo (FERREIRA; FAGERIA; DIDONET, 2012).

Portanto, o objetivo deste estudo é investigar a germinação e o crescimento inicial do gergelim, considerando a influência dos fatores qualidade da água de irrigação e proporção de cinza vegetal no substrato de plantio.

## **2 METODOLOGIA**

O estudo foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), situada na porção setentrional da microrregião do Vale do Pajeú.

O clima da região é classificado como BSw<sub>h</sub>, semiárido, quente e seco, conforme Köppen (1923), com temperatura média do ar de 24,8°C. A região apresenta irregularidade na distribuição espaço-temporal das chuvas, com média de 642,1 mm ano<sup>-1</sup>, umidade relativa do ar média de 62,5% e demanda atmosférica acima de 1.800 mm ano<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2015).

Na implantação do estudo, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições de 25 sementes, em um esquema fatorial 5 x 3, referente a cinco diferentes proporções de cinzas e solo, conforme o volume da célula da bandeja [0%, (somente solo), 13%, 26%, 40% e 54% de cinzas e três qualidades da água de irrigação (0,3 dS m<sup>-1</sup>, 1,8 dS m<sup>-1</sup> e 4,1 dS m<sup>-1</sup>)].

Foram utilizadas bandejas de isopor com 200 células, com volume individual de 15 cm<sup>3</sup>, em que cada célula recebeu uma semente, a dois centímetros de profundidade, da cultivar de gergelim BRS Seda.

As cinzas do bagaço da cana-de-açúcar utilizada na pesquisa foram obtidas dos fornos do Engenho Santa Luzia, no município de Triunfo - PE, onde, o bagaço da cana-de-açúcar é utilizado como combustível para a produção de rapadura. O solo utilizado para composição do substrato foi obtido próximo ao local de condução

do experimento (casa de vegetação). As cinzas e o solo foram analisados quimicamente (Tabelas 1 e 2), seguindo as recomendações de Teixeira et al. (2017) e Malavolta (1997), respectivamente.

**Tabela 1.** Análise química do solo na camada de 0 – 20 cm utilizado para o preparo do substrato de plantio

pH	M.O	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> Al <sup>3+</sup>	CTC	P	Cu	Fe	Mn	Zn	PST	V	CE
H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	-----cmolc dm <sup>3</sup> -----					-----mg dm <sup>3</sup> -----			-----%-----		dS m <sup>-1</sup>			
6,7	11	0,8	4,4	2,2	0,08	2,4	7,6	515,4	0,7	15	14,4	1,9	0,8	76	0,36

**Tabela 2.** Análise química das cinzas da cana-de-açúcar utilizada para o preparo do substrato de plantio

Cinzas da cana de açúcar															
pH	M.O	K	Ca	Mg	N	P	CTC	Si	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	CE	
H <sub>2</sub> O	-----g Kg <sup>-1</sup> -----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----								dS m <sup>-1</sup>
10,4	212,5	60,5	21,1	6	1,1	12,8	59,2	54	45	2105	931	46	380	20,2	

Visando avaliar a qualidade do material de propagação, procedeu-se à caracterização das sementes (Tabela 3) por meio da determinação do peso de mil sementes, da umidade e taxa de germinação, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009). Os resultados obtidos para as sementes empregadas neste estudo assemelham-se aos achados por Silva et al. (2014), indicando que estão em conformidade com os padrões recomendados para semeadura.

**Tabela 3** – Caracterização das sementes de gergelim

Peso de mil sementes (g)	Teor de água (%)	Germinação (%)
3,53	4,8	85

Para as irrigações, foram utilizadas água do abastecimento público com condutividade elétrica inicial de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, e de um poço artesiano, que apresentava no momento do estudo condutividade elétrica de 1,8 dS m<sup>-1</sup>. A essa água do poço artesiano foi adicionado sais numa proporção de 1:1 molar, utilizando cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), até atingir uma condutividade elétrica de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, conforme metodologia proposta por Richards (1954):

$$Q_s = 640 \times CE_a, \text{ quando } CE_a < 5,0 \text{ dS m}^{-1}$$

Em que,

$Q_s$  - quantidade de sais ( $\text{mg L}^{-1}$ );  $CE_a$  - valor desejado da condutividade elétrica da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ).

A irrigação foi manual e realizada mediante turno de rega diário, até dar início ao escoamento de água na parte inferior das bandejas (MAROUELLI; BRAGA, 2016).

Para avaliar os efeitos dos tratamentos na emergência foram feitas contagens diárias, sendo analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de emergência (PE), apenas com plântulas normais com cálculos obtidos de acordo com metodologia de Labouriau e Valadares (1976); o índice de velocidade de emergência (IVE), determinado pela contagem diária das plântulas, de acordo com a metodologia recomendada por Maguire (1962); o tempo médio de emergência (TME), determinado pela contagem diária das sementes, de acordo com a metodologia proposta por Labouriau (1983), com resultados expressos em dias; a velocidade média de emergência (VME), determinada conforme metodologia proposta por Carvalho e Carvalho (2009), com resultado também expresso em dias.

Aos 17 dias após a semeadura (DAS) foram coletadas 4 plântulas por tratamento e analisadas as seguintes variáveis: altura de plântula (AP) e comprimento da raiz (CR), com auxílio de uma régua graduada, e diâmetro do caule (DC), com o auxílio de um paquímetro digital.

Depois de testada a normalidade dos dados, estes foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade utilizando o Software R versão 4.2.1 (R CORE TEAM, 2022).

As proporções de cinzas e a interação entre os fatores foram analisadas por meio de regressão polinomial, selecionando o modelo de regressão com base no maior valor do coeficiente de determinação, significância dos parâmetros das equações, efeito não significativo do desvio de regressão e explicação biológica para os fenômenos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a análise de variância (Tabela 4), observa-se a interação entre os fatores qualidade da água de irrigação e proporções de cinzas no substrato



para todas as variáveis, exceto para porcentagem de emergência (PE), em que foi constatada diferença significativa apenas para o fator proporção de cinzas.

**Tabela 4.** Análise de variância para porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), velocidade média de emergência (VME), altura de plântulas (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR) de plântulas de gergelim

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		PE	IVE	TME	VME	AP	DC	CR
ÁGUA	2	139,05 <sup>ns</sup>	0,258 <sup>ns</sup>	0,387 <sup>ns</sup>	0,00007 <sup>ns</sup>	1,704 <sup>**</sup>	0,074 <sup>**</sup>	2,157 <sup>**</sup>
CINZA	4	4196,12 <sup>**</sup>	9,192 <sup>**</sup>	10,806 <sup>**</sup>	0,003 <sup>**</sup>	1,405 <sup>**</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	3,936 <sup>**</sup>
ÁGUA x CINZA	8	305,05 <sup>ns</sup>	0,827 <sup>**</sup>	1,969 <sup>**</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,914 <sup>**</sup>	0,029 <sup>**</sup>	2,592 <sup>**</sup>
RESÍDUO	45	179,61	0,230	0,254	0,0001	0,096	0,005	0,421
TOTAL	59	467,55	0,919	1,207	0,0004	0,350	0,011	1,013
CV (%)	-	21,6	22,8	6,4	8,6	12,3	7,6	17,1

FV: Fonte de variação; GL: grau de liberdade; \*: Significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ); \*\*: Significativo pelo teste de F ( $p < 0,01$ ); ns: não significativo; CV: coeficiente de variação.

Para a PE (Figura 1A), observa-se que o incremento da proporção de cinzas no substrato promoveu efeito deletério na variável. De acordo com a legislação vigente, sementes padronizadas devem apresentar, no mínimo, de 80% de germinação (ARRIEL; BELTRÃO; FIRMINO, 2009), percentual encontrado quando se utilizou apenas solo e a proporção de até 4,33% de cinza, com decréscimos em PE para maiores percentuais de cinza no substrato.

Esse comportamento pode ser explicado pela condutividade elétrica das cinzas de bagaço de cana-de-açúcar ( $20,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) e ao seu elevado pH (Tabela 2). A elevação do pH do substrato pode ter um efeito potencialmente prejudicial sobre o processo de germinação das plântulas de gergelim, possivelmente induzindo-as ao estado de latência, como relatado por Terra et al. (2014).

Na Figura 1B, observa-se a interação entre os fatores qualidade de água e percentual de cinzas para o IVE. Observa-se que quando utilizada a água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , inicialmente com o aumento do percentual da cinza no substrato houve um aumento no IVE, com valor máximo de 3,04 na dose de 13,75% de cinzas, que

possivelmente favoreceram melhores condições físicas ao substrato, fornecendo uma maior umidade de pré-emergência.

Nas outras duas fontes de água (1,8 e 4,1 dS m<sup>-1</sup>) ocorreu uma resposta linear decrescente, com o IVE mínimo observado na proporção de 54% de cinzas no substrato. Isso demonstra que a condutividade elétrica da água, associada à capacidade das cinzas da cana-de-açúcar em causar alterações no pH da solução, resultou em uma menor velocidade de emergência das plantas.

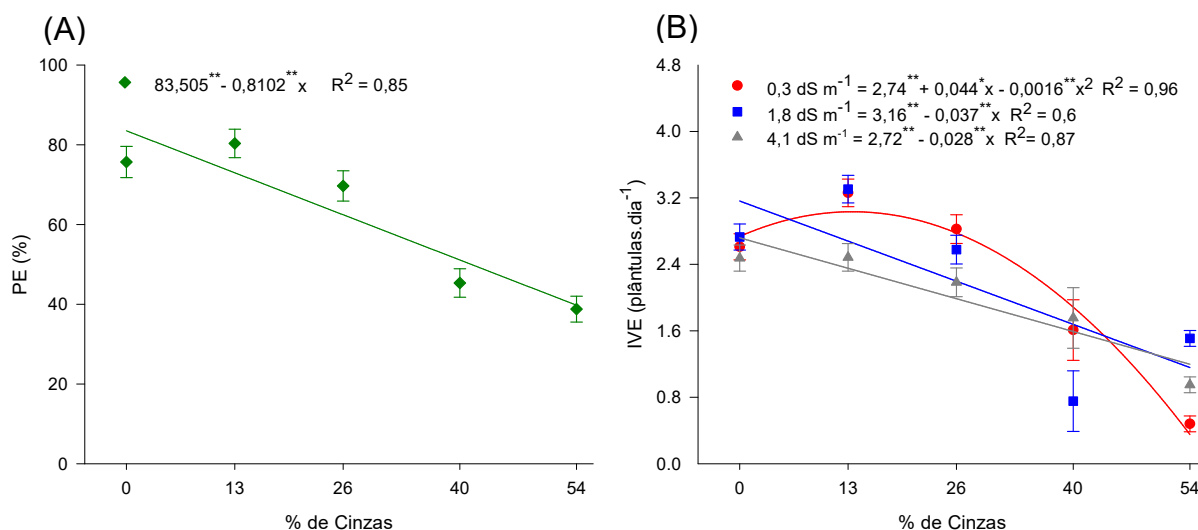
Segundo Ribeiro et al. (2016), a velocidade de emergência é um fator preponderante para um rápido estabelecimento das plântulas em condições de campo, na qual aquelas com maior IVE possuem melhor desempenho e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir aos estresses.

Rezende et al. (2021) também constataram efeitos negativos das cinzas sobre a PE e IVE de plântulas de pimentão, no entanto, em proporções de cinzas acima de 20% do substrato utilizado. Ribeiro et al. (2014) também observaram efeitos deletérios quando utilizada cinza vegetal na germinação de melão, quando comparada a outros resíduos orgânicos.

Para a salinidade da água de irrigação, Dias et al. (2017) observaram redução linear no IVE de plântulas de gergelim com o aumento das condutividades elétricas da água de irrigação.

Os autores mencionam que a redução observada nessas variáveis pode ser atribuída à menor taxa de absorção de água devido ao aumento na concentração de sais solúveis no substrato. Além disso, apontam que a absorção de íons em concentrações elevadas pode causar toxicidade tanto ao embrião quanto às células da membrana do endosperma. Esses pesquisadores afirmam que concentrações elevadas de íons de sódio (Na<sup>+</sup>) e cloro (Cl<sup>-</sup>) podem prejudicar os processos de divisão e diferenciação celular, a atividade de enzimas, bem como a captação e distribuição de nutrientes. Isso, por sua vez, pode resultar em atrasos na emergência das plântulas e na mobilização das reservas.

**Figura 1.** Porcentagem de emergência (PE) de plântulas de gergelim sob proporções de cinzas da cana-de-açúcar (A); índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de gergelim sob diferentes qualidades da água de irrigação e proporções de cinzas da cana-de-açúcar (B).



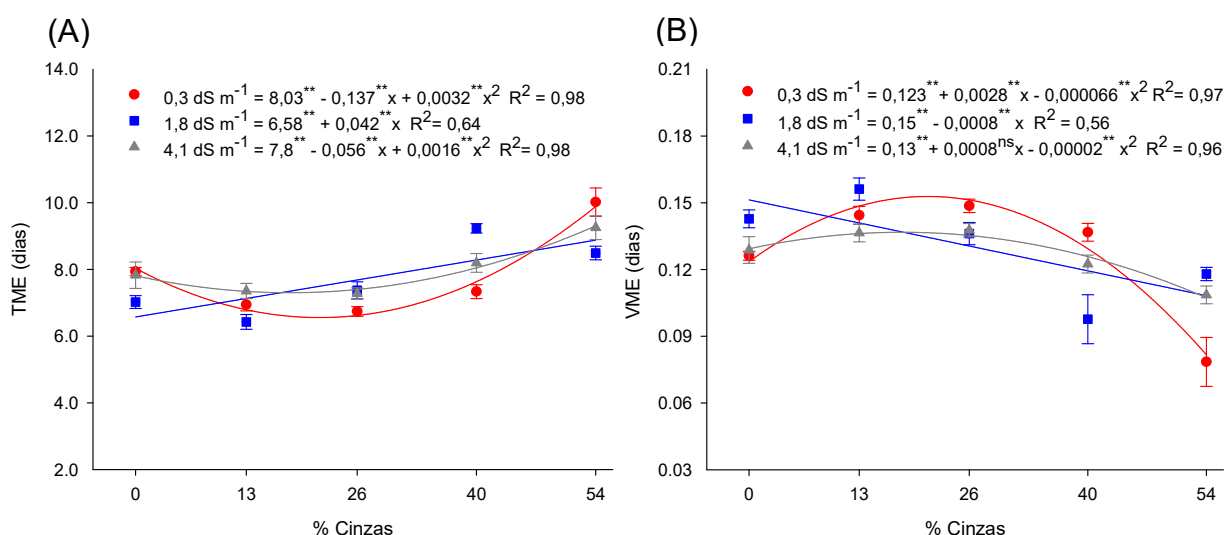
Na Figura 2A, constata-se que o tempo médio de emergência (TME) foi afetado pelo aumento das proporções de cinzas no substrato. Quando utilizada a água com CE de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, o menor tempo médio de emergência foi obtido com a dose de 21,4% de cinzas, com um TME de 6,56 dias, valor este que aumentou com o acréscimo de cinzas no substrato. O mesmo comportamento foi observado para a água com CE de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, com o TME de 7,31 dias na proporção de 17,5% de cinzas. No entanto, quando utilizada a água com CE 1,8 dS m<sup>-1</sup>, o aumento do TME foi linear e crescente até o maior percentual de cinzas adicionada.

Ribeiro et al. (2016) também observaram efeito negativo no tempo médio de emergência em razão do aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação em maracujazeiro-amarelo.

Para a velocidade média de emergência (VME) (Figura 2B), observa-se um comportamento quadrático, em que a utilização da água com CE de 0,3 dS m<sup>-1</sup> teve um ponto máximo na proporção de 21,2% de cinzas, com 0,15 dias de VME. Para a água irrigação com CE de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, o comportamento foi semelhante ao tratamento anterior, contudo, menos expressivo. Já com a utilização da água com CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup>, foi observado comportamento linear decrescente da VME, consoante aumento da proporção de cinzas no substrato.

Esse comportamento pode ser decorrente de potenciais osmóticos muito negativos propiciados pela elevada condutividade elétrica da água de irrigação e pela adição de cinzas vegetais, que podem ter ocasionado restrição de disponibilidade de água e um nível mínimo de umidade que a semente precisa e, portanto, levando mais tempo e menor velocidade de germinação das sementes de gergelim.

**Figura 2.** Tempo médio de emergência (TME) (A) e velocidade média de emergência (VME) (B) de plântulas de gergelim sob diferentes qualidades da água de irrigação e proporções de cinzas da cana-de-açúcar.



Para altura de plantas (AP) (Figura 3A), não foram observadas diferenças significativas quando utilizada a água com CE de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, com média de AP de 2,2 cm. O emprego da água com CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup> promoveu uma resposta linear decrescente com o aumento da proporção de cinzas no substrato. Já para a água com CE de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, o modelo quadrático foi o que melhor representou o comportamento da variável, tendo assim um ponto máximo na proporção de 15,5% de cinzas, com 3,03 cm de AP.

O aumento progressivo das proporções de cinzas e a utilização de água de irrigação com uma condutividade elétrica (CE) de 0,3 dS m<sup>-1</sup> não resultou em alterações significativas no diâmetro do caule (DC) das plântulas de gergelim, que mantiveram uma média de 0,98 mm. No entanto, quando a água com uma CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup> foi utilizada, observou-se um comportamento decrescente linear à medida que a proporção de cinzas no substrato aumentava. Isso sugere que as cinzas

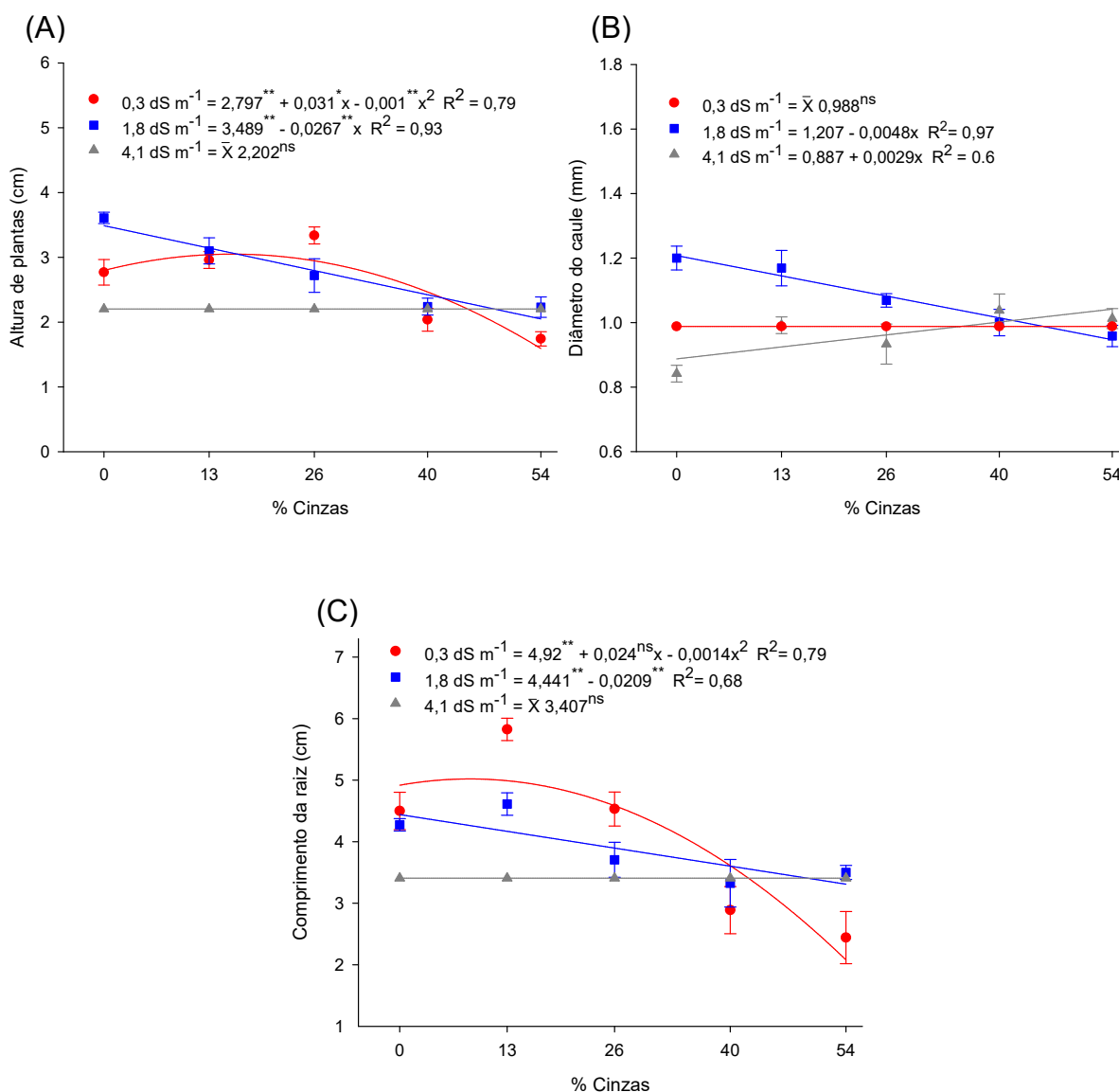
podem ter elevado o pH do substrato e, em conjunto com a água de irrigação, aumentado a CE, tendo assim efeitos significativos na redução do diâmetro do caule.

Para a água com CE de  $4,1 \text{ dS m}^{-1}$  foi obtida uma resposta linear crescente de DC com o aumento da proporção de cinzas no substrato. De acordo com Flowers e Yeo (1989), os dados sobre o aumento do diâmetro do caule sob irrigação com água salina, e no presente estudo, associada ao aumento da proporção de cinzas ao substrato, podem ser explicados pela regulação da concentração de íons na parte aérea, que podem ser acomodados por um aumento no tamanho das células ou por um aumento no número de células.

No comprimento da raiz (CR) (Figura 3C), o tratamento com água de irrigação com CE de  $4,1 \text{ dS m}^{-1}$  não foi estatisticamente significativo, com média de 3,4 cm. Para o tratamento utilizando água de irrigação com CE de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , observou-se um comportamento quadrático, com máximo CR de 5,02 cm na proporção de 8,6% de cinzas no substrato, com posterior decréscimo da variável com o aumento da proporção de cinzas. Ao empregar água com condutividade elétrica de  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ , observou-se um declínio linear no CR, indicando um impacto negativo do aumento da proporção de cinzas no substrato.

Os dados de AP e CR divergiram dos resultados obtidos por Castellanos et al. (2016) com a cultura do trigo. De acordo com o referido estudo, na altura de plantas não foi encontrada significância na influência da dosagem de cinza de casca de arroz quando as plantas foram irrigadas com água salina de até 8 mM de NaCl. No entanto, quando a concentração de NaCl na água atingiu 16 mM, o estudo revelou que o comprimento da parte aérea aumentou com o acréscimo nas doses de cinzas de casca de arroz no substrato, atingindo um ponto significativamente menor na dose máxima de cinza, o que foi igualmente observado para o CR.

**Figura 3.** Altura (A), diâmetro do caule (B) e comprimento da raiz (C) de plântulas de gergelim sob diferentes qualidades da água de irrigação e proporções de cinzas da cana-de-açúcar no substrato.



## 4 CONCLUSÃO

As cinzas não foram eficazes em mitigar ou reduzir os efeitos da salinidade da água de irrigação, e seu incremento ao substrato gerou efeitos negativos na taxa de germinação de plântulas de gergelim.

A proporção de cinzas no substrato de até 13,7% aumentou o índice de velocidade de emergência das plântulas de gergelim quando se utilizou água de irrigação com CE de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ; contudo, quando utilizada água salina os efeitos foram prejudiciais. O tempo médio de emergência e a velocidade média de

emergência, apresentaram resultados positivos com uma proporção de cinzas no substrato de até 21%, quando utilizada água não salina na irrigação.

A altura de plantas, o diâmetro do caule e o comprimento da raiz foram afetadas negativamente pelo aumento da proporção de cinzas no substrato, especialmente nos tratamentos sob irrigação com água salina.

## 5 REFERÊNCIAS

ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009, 209 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, D. B. de.; CARVALHO, R. I. N. de. Qualidade fisiológica de sementes de guaxuma sob influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 489-494, 2009.

CASTELLANOS, C. I. S.; ROSA, M. P.; DEUNER, C.; BOHN, A.; BARROS, A. C. S. A.; MENEGHELLO, G. E. Aplicação ao solo de cinza de casca de arroz como fonte de silício: efeito na qualidade de sementes de trigo produzidas sob estresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, p. 95-104, 2016.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de.; SILVA, S. S.; SOARES, L. A. dos A.; CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; LACERDA, C. N. de.; FERNANDES, P. D. Trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, p. 1237-1256, 2022.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, J. B. dos. Emergence, growth and production of sesame under salt stress and proportions of nitrate and ammonium. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 458-467, 2017.

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

FERREIRA, E. P. de B.; FAGERIAE, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.228-236, 2012.

FLOWERS, T. S.; YEO, A. R. Effects of salinity on plant growth and crop yields. In: Environmental Stress in Plants: biochemical and physiological mechanisms. Berlin, Heidelberg: **Springer Berlin Heidelberg**, p.101-119, 1989

GUIMARÃES, D. G.; AMARAL, C. L. F.; OLIVEIRA, L. M.; GUEDES, M. O. Efeito da salinidade na água de irrigação em cultivares de feijão-caupi. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, p. 1-18, 2023.

KÖPPEN, W. P. **Die klimare der erde**: grundriss der klimakunde. Walter de Gruyter & Co. Berlin. 1923. 369 p.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, USA. 1933, 147 p.

LABOURIAU, L. G; VALADARES, M. B. On the physiology of seed of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 42, n. 2, p. 235-264, 1976.

MAGUIRE, James D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**., v. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G C.; OLIVEIRA, S. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba. 1989, 201 p.

MARQUELLI, W. A; BRAGA, M. B. **Irrigação na produção de mudas de hortaliças**. Uberlândia, MG: Campo & Negócios Hortifruti, 2016.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2022.

REZENDE, J. S.; CARVALHO, A. C. C. de.; MOURA, G. A. de.; SANTOS, J. R. M. M.; SOUSA, R. dos S.; SOUSA, V de P. C. de.; ARAÚJO, V. de S.; LUZ, P. S. Uso da cinza vegetal na germinação e produção de mudas de pimentão. **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, p. 85-93, 2021.



RIBEIRO, A. A.; MOREIRA, F. J. C.; MENEZES, A. S. FILHO SEABRA, M. Emergência do maracujazeiro-amarelo sob estresse salino em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 1, p. 27-36, 2016.

RIBEIRO, S. A.; MATIAS, S. R. S.; SOUSA, R. R.; ALIXANDRE, T. F.; OLIVEIRA, W. de S. Aplicação de fontes orgânicas e mineral no desenvolvimento e produção do melão no sul do Estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 46, 2014.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. US Government Printing Office, 1954. 60 p.

SILVA, E.; OLIVEIRA, H. M.; ARAÚJO, L. N. C.; GUILHERME, F. de S. Caracterização morfológica e qualidade fisiológica de cultivares de sementes de gergelim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 149-156, 2014.

SILVA, T. G. F. da.; PRIMO.; J. T. A.; MOURA, M. S. B.; SILVA, S. M. S.; MORAIS, J. E. F. de.; PEREIRA, P. de C.; SOUZA, C. A. A. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 515-525, 2015.

TEIXEIRA, P. C. DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3. ed. revista e ampliada, Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.

TERRA, M. A.; LEONEL, F. F.; SILVA, C. G. da.; FONSECA, A. M. Cinza vegetal na germinação e no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, p. 11-17. 2014.