



ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DO GERGELIM SUBMETIDO À ÁGUA SALINA E DOSES DE CINZAS

Isaac Lima Simões de Vasconcelos¹, Elizeu Matos da Cruz Filho², Raquele Mendes de Lira³, Antonio Henrique Cardoso do Nascimento³, Edimir Xavier Leal Ferraz⁴, Paloma da Silva Alves¹

RESUMO: O gergelim, pertencente à família botânica Pedaliácea, se destaca no mercado nacional e internacional pelo seu potencial oleaginoso, podendo suas sementes serem consumidas in natura ou torradas. É a nona oleaginosa mais cultivada no mundo e se apresenta como uma excelente alternativa de renda para pequenos e médios produtores. No semiárido a escassez de água e irregularidade das chuvas fazem com que as águas subterrâneas sejam utilizadas para irrigação, mas a maior parte dessas águas é salina, e a mesma causa efeitos deletérios as plantas. Dessa forma, objetivou-se por meio desse trabalho avaliar o efeito de doses de cinza da cana-de-açúcar no índice de área foliar do gergelim irrigado com diferentes qualidades de água. O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal Rural do Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE/UAST. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial de ((5x2)+2) com quatro repetições totalizando 48 unidades experimentais. Os tratamentos foram referentes a 5 doses de cinzas de cana-de-açúcar (0, 30, 60, 90 e 120 g planta⁻¹), duas qualidades água, referentes a (0,5 dS m⁻¹) e (4,1 dS m⁻¹) e duas testemunhas adicionais. As testemunhas se sobressaíram quando comparados com os tratamentos devido a recomendação de adubação. Não foram observados efeitos significativos das doses de cinzas no índice de área foliar do gergelim, mais as qualidades de água mostram efeitos significativos.

PALAVRAS-CHAVE: *Sesamum indicum* L., silício, cinzas da cana-de-açúcar.

BIOMETRY OF RICE IN VEGETATIVE PHASE WITH DIFFERENT BLADES OF IRRIGATION

¹ Discente, Agronomia, UAST/UFRPE, CEP 56903-240, Serra Talhada, PE. E-mail: isaaclima244@gmail.com

² Mestrando, Pós-graduação em Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

³ Prof(a). Doutor(a), UAST, UFRPE, Serra Talhada, PE

⁴ Mestrando, Pós-graduação em Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

ABSTRACT: Sesame, belonging to the Pedaliaceae botanical family, stands out in the national and international market for its oleaginous potential, and its seeds can be consumed in natura or toasted. It is the ninth most cultivated oilseed in the world and presents itself as an excellent income alternative for small and medium producers. In the semi-arid region, water scarcity and irregular rainfall mean that groundwater is used for irrigation, but most of this water is saline, which has deleterious effects on plants. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of sugarcane ash doses on the leaf area index of sesame irrigated with different water qualities. The experiment was controlled in the experimental field of the Federal Rural University of Pernambuco, Academic Unit of Serra Talhada-UFRPE/UAST. The experimental design adopted was in randomized blocks in a factorial scheme of $((5 \times 2) + 2)$ with four replications totaling 48 experimental units. The treatments were related to 5 doses of sugarcane ash (0, 30, 60, 90 and 120 g plant⁻¹), two water qualities, referring to (0.5 dS m⁻¹) and (4.1 dS m⁻¹) and two additional controls. The controls stood out when compared with the treatments due to the recommendation of fertilization. No influenced effects of ash doses were observed on the sesame leaf area index, but the water qualities show attraction effects.

KEYWORDS: *Sesamum indicum* L., silicon, sugarcane ash.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família botânica pedaliácea e tendo a África como seu centro de origem devido à grande presença de espécies do gênero *Sesamum* (SOUSA et al., 2014), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), se destaca no mercado nacional e internacional pelo seu potencial oleaginoso, podendo suas sementes serem consumidas in natura ou torradas. Em escala mundial os principais produtores são China, Sudão, Myanmar e Índia, responsáveis por cerca de 70% da área cultivada (FAO, 2021), no território brasileiro os estados que se destacam na sua produção são Goiás, São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e a região Nordeste a qual apresenta melhores condições edafoclimáticas para o seu manejo (ARRIEL et al., 2009).

No semiárido brasileiro a distribuição espaço temporal dos regimes pluviométricos se apresenta de forma irregular. Esta característica somada à escassez de água de boa qualidade provoca o acúmulo de sais nas superfícies dos solos, assim como elevadas concentrações de sais dissolvidos nas águas subterrâneas (PAIVA et al., 2016). O uso de águas salinas em cultivos agrícolas reduz o potencial osmótico da solução do solo, o que acaba interferindo na disponibilidade de água às plantas (SILVA et al., 2010).

O gergelim trata-se de uma cultura sensível à salinidade, tolerante a faixas de pH entre 5,5 a 8 (GRILO JÚNIOR & AZEVEDO, 2013), logo se fazem necessários estudos que busquem indicar alternativas para mitigar o efeito deletério da salinidade sobre essa cultura. Nesse sentido, alguns trabalhos visam melhorar a tolerância do gergelim aos sais, principalmente com a utilização de adubação (DIAS et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020). Logo, o uso de fertilizantes organominerais a base de cinza vegetal pode ser uma alternativa, pois esse material possui propriedades que podem reduzir a acidez e melhorar a fertilidade do solo (FERREIRA et al., 2012). Nesse aspecto, a cinza do bagaço da cana-de-açúcar apresenta um grande potencial, haja vista sua composição nutricional e a grande produção dessa cultura e conseqüentemente resíduo (CONAB, 2022).

Diante do exposto, objetivou-se por meio desse trabalho avaliar o efeito de doses de cinza da cana-de-açúcar no índice de área foliar do gergelim irrigado com diferentes qualidades de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE/UAAT, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial de $((5 \times 2) + 2)$ com quatro repetições totalizando 48 unidades experimentais. Os tratamentos foram 5 doses de cinzas de cana-de-açúcar (0, 30, 60, 90 e 120 g planta⁻¹), duas qualidades de água, onde a água 1 (A1) era do abastecimento público com salinidade de (0,5 dS m⁻¹) e a água 2 (A2) do poço artesiano da própria universidade, com salinidade de 4,1 dS m⁻¹, e duas testemunhas adicionais, onde a (T1) foi realizada adubação recomendada e irrigada com a água do abastecimento público e a (T2) adubada e irrigada com a água do poço artesiano.

Os blocos contavam com três linhas paralelas de cultivo, onde as duas da extremidade foram consideradas linhas de bordadura e somente a linha central utilizada para avaliações, as unidades experimentais continham 9 plantas, porém, apenas 5 delas foram avaliadas e as 2 de cada extremidade consideradas bordaduras entre os tratamentos.

O manejo de irrigação foi baseado na evapotranspiração da cultura (ET_c) obtida com os dados da evapotranspiração de referência (ET_o), coeficiente de cultivo (K_c) e coeficiente de localização (K_l). A ET_o foi calculada por meio do modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), os K_c para cada fase fenológica da cultura do Gergelim utilizaram-se os propostos por

Lourenço et al., (2018), e para determinação do Kl, foi utilizado estimativas de Keller & Bliesner (1990).

Para as adubações foi realizado uma análise química do solo e cinzas (Tabela 1) e partir dela recomendado valores que suprissem a necessidade da cultura, isso nas plantas testemunhas, as demais foram adubadas com as doses de cinza.

Tabela 1. Análise química do solo e cinzas do bagaço da cana-de-açúcar.

Solo															
M.O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ Al ³⁺	P	Cu	Fe	Mn	Zn	PST	V	CE	pH	
g Kg ⁻¹	cmol dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	%	%	dS m ⁻¹ H ₂ O						
10,3	0,8	3,1	1,3	0,4	1,2	1358,7	0,7	13,3	19,7	3,7	0,8	82	1,4	7,0	
Cinzas da cana de açúcar															
M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Cl	CE	pH
g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	dS m ⁻¹ H ₂ O	
212,5	1,1	12,8	60,5	21,1	6,0	-	54,0	54,0	3660	717	135	830	-	20,2	10,4

MO = Matéria Orgânica; V% = Saturação por Bases; PST = Porcentagem de sódio Trocável; CE = Condutividade elétrica; pH = Potencial Hidrogeniônico.

A medição do índice de área foliar (IAF) iniciou aos 30 dias após o semeio e continuou com intervalos de 15 dias. Para determinar o IAF, foi utilizado o sensor portátil ceptômetro AccuPAR (LP-80, Decagon Devices, Pullman, USA).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. Quando significativo, as qualidades de água foram analisadas por meio do teste Tukey ($p > 0,05$). Para comparar as testemunhas com os outros tratamentos foi utilizado o teste Dunnett ($p > 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise variância (Tabela 2), foram observados efeitos significativos apenas para o fator qualidade da água de irrigação isoladamente, sendo perceptível estatisticamente ao final do ciclo, aos 75 e 90 dias após a semeadura. Esse resultado se deve a senescência e perda das folhas das plantas sob estresse, que foi visualizada mais aparente no final do ciclo.

Para Bazrafshan & Ehsanzadeh (2014), área foliar parece ser uma das primeiras características das plantas afetadas pela salinidade. Além disso, a redução da área foliar devido ao estresse salino tem sido considerada um mecanismo de prevenção para reduzir a perda de água por transpiração e destaca que em plantas sensíveis ao sal, este pode acumular-se em concentrações tóxicas, particularmente nas folhas que transpiram há mais tempo, levando-as a senescências folhas mais velhas eventualmente. Esse mesmo autor, demonstra que o presente

estudo, alguns genótipos de gergelim tolerantes ao sal foram capazes de minimizar um efeito adverso do NaCl em seu crescimento.

Tabela 2. Resumo de análise de variância para variável índice de área foliar.

FV	QUADRADO MÉDIO					
	GL	IAF (cm ² cm ⁻¹)				
		30 DAS	45 DAS	60 DAS	75 DAS	90 DAS
Água	1	2,002 ^{ns}	0,0714 ^{ns}	0,127 ^{ns}	13,537 ^{**}	23,685 ^{**}
Doses	4	0,483 ^{ns}	1,289 ^{ns}	0,700 ^{ns}	1,284 ^{ns}	0,582 ^{ns}
A x D	4	0,005 ^{ns}	0,160 ^{ns}	0,388 ^{ns}	0,317 ^{ns}	0,220 ^{ns}
Testemunhas (T)	1	3,577 [*]	0,300 ^{ns}	0,159 ^{ns}	1,776 ^{ns}	5,511 ^{**}
T x (A + D)	1	6,554 ^{**}	14,445 ^{**}	4,366 ^{**}	7,052 ^{**}	12,797 ^{**}
Blocos	3	0,924 ^{ns}	0,459 ^{ns}	0,834 ^{ns}	0,759 ^{ns}	0,424 ^{ns}
Resíduo	33	0,59	0,546	0,457	0,866	0,713
CV (%)	-	23,36	14,77	16,96	25,54	33,71

^{ns} – não significativo, ^{**} e ^{*} significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente; GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

Trabalhando em condições de casa de vegetação e em vasos, Sousa et al. (2017) também constataram que o aumento do conteúdo salino da água de irrigação reduziu a área foliar das plantas, no entanto, esses efeitos foram observados, aos 50 dias após a semeadura.

Na Tabela 3 observa-se o teste Tukey para as qualidades de águas e testemunhas adicionais, constatando-se superioridade do IAF nas plantas irrigadas com água do abastecimento, quando comparadas com a água salina. Entre testemunhas, foi observada diferenças aos 30 DAS e ao final do ciclo aos 90 DAS, pelo mesmo motivo da senescência das folhas, que aconteceram mais rápido com as plantas irrigadas com água salina. Entre testemunhas adicionais em relação à água de irrigação, foi visualizado diferenças tanto para T1 como T2, sendo mais evidente em relação à testemunha com adubação recomendada e irrigada com água de 0,5 dS m⁻¹.

Tabela 3. Teste Tukey e teste Dunnett para índice de área foliar (IAF) durante o ciclo do gergelim.

FV	Índice de área Foliar (cm ² cm ⁻¹)				
	30	45	60	75	90
A1	3,34a [*]	4,79a ^{*+}	3,91a ⁺	4,05a	3,01a [*]
A2	2,89a [*]	4,71a ^{*+}	3,79a ⁺	2,89b [*]	1,51b ^{*+}
T1	4,78A	6,03A	4,52A	4,91A	4,49A
T2	3,44B	6,42A	4,80A	4,03A	2,83B

Médias seguidas da mesma letra minúscula para o fator água (A1 e A2) e maiúscula para as testemunhas (T1 e T2), não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p>0.05). Médias seguidas de * e/ou + se diferenciam da testemunha 1 (T1) e testemunha 2 (T2) respectivamente, pelo teste de Dunnett (<0,05). FV – Fator de variação; DAE- Dias após a emergência.

CONCLUSÕES

As cinzas da cana-de-açúcar mostraram-se insuficientes para atenuar os efeitos dos sais sob o índice de área foliar.

O índice de área foliar foi afetado negativamente pela água salina ao final do ciclo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56**. FAO, Rome, 1998. 300p.

ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande-PB, Embrapa Algodão, 2009. 209p. il. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas).

ASHRAF, M.; RAHMATULLAH; AFZAL, M.; AHMED, R.; MUJEEB, F.; SARWAR, A.; ALI, L. Alleviation of detrimental effects of NaCl by silicon nutrition in salt-sensitive and salt-tolerant genotypes of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Plant Soil**, v. 326, n. 1, p. 381-391, 2010.

BAZRAFSHAN, A. H.; EHSANZADEH, P. Growth, photosynthesis and ion balance of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes in response to NaCl concentration in hydroponic solutions. **Photosynthetica**, v. 52, p. 134-147, 2014.

BELTRÃO, N. E. DE M.; SILVA, L. C.; QUEIROGA, V.P.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 109-132p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana, v. 9 - Safra 2022/23, n. 2 - Segundo levantamento, Brasília, p. 1-59, agosto de 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 17 out. 2022.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A. DA. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação com nitrato-amônio. **Irriga**, v. 23, n. 2, p. 220-234, 2018.

FAO, 2021. **FAOSTAT**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, 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, n. 2, p. 228-236, 2012.

GRILO JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **Revista Holos**, v. 2, p. 19-33, 2013.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649p.

LAMEPE/ITEP. **Informações climáticas do Estado de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

LEE, S. K.; SOHN, E. Y.; HAMAYUN, M.; YOON, J. Y.; LEE, I. J. Effect of silicon growth and salinity stress of soybean plant grown under hydroponic system. **Agroforestry System**, v. 80, p. 333-340, 2010.

LOURENÇO, E.; AZEVEDO, P. V. DE; PEREIRA, A.; BEZERRA, J.; SABOYA, L.; ZONTA, J. Necessidades hídricas da cultura do gergelim na região da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1275-1289, 2018.

PAIVA, F. I. G.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. A.; MOTA, A. F.; COSTA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, H. S. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS Verde irrigado com água de diferentes níveis salinos. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 209-220, 2016.

R Core Team???. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<http://www.r-project.org/index.html>>.

RIBEIRO, V. H. DE A.; ARRIEL, N. H. C.; FERNANDES, P. D. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse hídrico em cultivo com biofertilizante. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64637-64660, 2020.

SHI, Y.; WANG, Y. C.; FLOWERS, T. J.; GONG, H. J. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. **Journal of Plant Physiology**, v. 170, n. 9, p. 847-853, 2013.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.

SOUSA, G. G.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; SOARES, S. C.; SILVA, G. L. DA. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na cultura do gergelim. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 117-124, 2017.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V.A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L.; AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **Revista Magistra**, v. 26, n. 3, p. 347 - 356, 2014.

ZHU, Y.; GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 455-472, 2014.