II SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

EFEITO DE SALINIZAÇÃO NA CULTURA DE CRAMBE[1]

Andressa Caroline Neves[2], Edward Seabra Júnior[3], Daniel Marcos Dal Pozzo[3], Rodolfo de Andrade Schaffner[2], Fernanda Bernardo Cripa[2], Reginaldo Ferreira Santos[4]

[1]Apresentado no 2° Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura: 30/11/2017- UNIOESTE, *Campus* Cascavel.
[2]Universidade Federal do Paraná - UFPR setor Palotina. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. Palotina - PR. seabra.edward@gmail.com
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, DAPRO - Departamento Acadêmico de Produção e Administração - Medianeira - PR.
[4]Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, PPGEA - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - Nível Mestrado, Cascavel-PR.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de salinidade em sementes de Crambe. Adotou-se um delineamento completamente casualizado com cinco tratamentos de soluções salinas de cloreto de sódio (0; 0,5; 0,10; 0,15 e 0,20 mol L^{-1}) com seis repetições. Foram semeadas 2 sementes por células de germinação, onde as sementes foram irrigadas com solução salina a cada dois dias, durante 15 dias. As variáveis analisadas foram: Comprimento da parte aérea e radicular, massa fresca e seca porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. A salinidade não interferiu nas variáveis de comprimento de parte radicular e massa seca da planta. Entretanto apresentou efeitos negativos para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e massa fresca da planta. Com isso conclui-se que a irrigação com águas salinas na cultura de Crambe, provoca alterações no desenvolvimento da planta.

Palavras-chave: germinação, crescimento inicial, salinidade.

Effect of salinization in crambe culture

Abstract: The aim of this study was to verify the effects of salinity on seeds of Crambe. Adopted a completely randomized design with five treatments of salt solutions of sodium chloride (0; 0.5; 0.10 0.15 0.20 mol L^{-1}) with six repetitions. 2 seeds were sown by burgeoning cells, where the seeds were irrigated with saline solution every other day during 15 days. The variables analyzed were: length of shoot and root, fresh pasta and dried percentage germination and germination speed index. Salinity did not interfere in the variables of length of root part and plant dry mass. However presented negative effects for germination percentage, germination speed index, length of the shoot and plant fresh mass. With that concluded that irrigation with saline water in Crambe, causes changes in plant development.
Key words: germination, growth, salinity.

Introdução

C*rambe abyssinica Hochst* é pertencente da família *Brassicaceae*, uma oleaginosa do Mediterrâneo, de origens quentes e seca. É uma cultura de alta tolerância a secas e frio, sendo principalmente seu cultivo indicado a épocas de outono/inverno (FUNDAÇÃO MS, 2016). Atualmente o México e os Estados Unidos apresentam maior escala de cultivo, sendo produzido para extração de óleo industrial (JASPER et al., 2010).

É uma planta anual ao qual seu crescimento e produção apresentando ciclo curto (85 – 100 dias), com uma alta produção de grãos e teor de óleo (36 – 38 %). O óleo apresenta ótimas características para produção de biodiesel, sendo também uma cultura que representa uma ótima alternativa na época de safrinha e rotação de cultura (FUNDAÇÃO MS, 2016; VONZ et al, 2014).

O Crambe é uma cultura de cobertura e forragem e surgiu como grande potencial para produção de biodiesel. Os grãos são constituídos por até 57% de ácido erúcico, onde alto teor deste ácido confere características desejáveis ao biodiesel, tais como estabilidade do óleo e baixo ponto de entupimento (ROSCOE, 2014; VIANA, 2013).

Atualmente se vê a necessidade de um aumento da extensão da produção agrícola, com isso a procura por outras fontes de irrigação aumentarão, como por exemplo, no Nordeste ao qual utilizam águas de baixa qualidade que apresentam teores moderados de sais (CALVACANTI et al., 2005).

De acordo com Janegitz et al. (2009), a salinidade dificulta o crescimento de plantas, reduzindo o potencial osmótico e ocasionando um desiquilíbrio nutricional. A acumulo de sais influencia diretamente na germinação das sementes, interferindo na absorção de água, um exemplo é a presença de cloreto de sódio (NaCl), que inibe a emergência das sementes e toxicidade dos tecidos vegetais (CHAVES et al., 2013).

De acordo com o nível de salinidade a semente pode perder a água presente em vez de absorver, causando uma maior toxicidade a planta (SALES et al., 2014). A sensibilidade das sementes é maior em relação a salinidade, a diminuição da absorção de água provoca alterações fisiológicas e bioquímicas na semente, resultante do efeito toxico de íons no protoplasma (MENDES et al., 2012).

Cada cultura tem uma resposta diferente a presença da salinidade, os primeiros efeitos são demonstrados na fase de germinação, provocando alterações morfológicas e metabólicas desiguais no desenvolvimento da planta (SANTOS et al., 2013).

Vasconcenlos et al. (2014), avaliou o efeito de irrigações de água salina na germinação e desenvolvimento de sementes de crambe. Utilizou vários níveis de solução de NaCl, e após 15 dias de teste para germinação avaliou número de plântulas normais, velocidade de emergência de sementes e comprimento de planta e raiz. Para essas variáveis a semente de crambe foi tolerante aos níveis de salinidade, sem apresentar diminuições nas variáveis analisadas.

Diante disso se vê necessário e importante os estudos para compreender os aspectos e processos de sementes sobre as relações hídricas. Com isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de irrigação com soluções salinas na cultura do crambe.

Material e Métodos

As sementes utilizadas foram disponibilizadas pela Fundação MS, e dispostas em bandeja de germinação com substrato comercial, semeadas 2 sementes por célula, com 6 repetições. As sementes foram regadas com solução salina a cada dois dias, durante 15 dias. Utilizou-se para o preparo das soluções salinas, água destilada e Cloreto de Sódio (NaCl).

Foram realizadas cinco diferentes concentrações de soluções de cloreto de sódio (0; 0,5; 0,10; 0,15 e 0,20 mol L^{-1}), constituindo cinco tratamentos. Foram utilizadas sementes de crambe do cultivar Brilhante 2015. As variáveis analisadas foram: Comprimento da parte aérea e radicular, massa fresca e seca, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições.

O comprimento da raiz e da parte aérea – foi avaliado após 15 dias da semeadura, onde-se mediu as plântulas normais com o auxílio de um paquímetro (mm), da extremidade da raiz ao coleto para determinar o comprimento radicular e do coleto ao ápice da parte aérea para determinar o comprimento da parte aérea; massa fresca das plântulas – foi obtida após 15 dias, na pesagem das plântulas em balança analítica e, os resultados expressos em grama plântula^{-1};

massa seca das plântulas – as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 70 º C por 72 horas, posterior as amostras foram pesadas em balança analítica e, os resultados expressos em grama plântula^{-1}. A porcentagem de germinação foi determinada pela quantidade de sementes germinadas em função das sementes semeadas, sendo calculada pela Equação 1.

$$\text{Porcentagem de germinação (\%)} = \frac{\text{nº de sementes germinadas}}{\text{total de sementes semeadas}} \times 100 \qquad (1)$$

O índice de velocidade de germinação avaliado pela contagem diária de plântulas emergidas durante 15 dias, e calculado pela fórmula de Maguire (1962) (Equação 2).

$$\textit{Índice de velocidade de germinação } (IVG) = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_3}{N_3} + \cdots \frac{E_N}{N_N} \qquad (2)$$

Onde:

E_1 até E_n é o número de plântulas emergidas computadas no primeiro dia até o último dia; N_1 até N_n é o número de dias da semeadura à primeira até à última contagem.

A análise estatística foi efetuada no modelo de análise de variância com um delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando o programa ASSISTAT 7,7 (SILVA e AZEVEDO, 2016). A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada com a aplicação do teste de Tukey com 5% de significância.

Resultados e Discussão

Após 15 dias da semeadura foi feita a coleta das plântulas normais, sendo consideradas plântulas normais, as quais desenvolveram estruturas essenciais para a parte aérea e radicular demonstrando potencial de desenvolvimento.

Para porcentagem de germinação o tratamento controle obteve 100% de germinação e a menor germinação foi para o tratamento com maior concentração salina (0,20 mol L $^{-1}$) com 33,33%. Na Figura 1 percebe-se que com o aumento da concentração de NaCl nos tratamentos a porcentagem de germinação diminuiu.

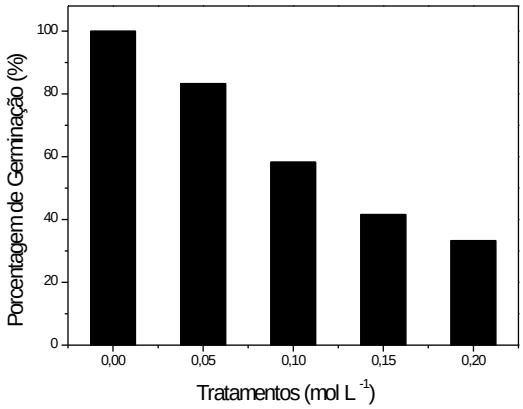

Figura 1. Porcentagem de germinação (%) da planta.

Indicando que a salinidade influencia diretamente na germinação de sementes, conforme detalhado por Sales et al. (2014), ao qual as sementes são mais sensíveis aos níveis de salinidade, provocando uma toxicidade nas sementes, diminuindo a absorção de água.

A Figura 2 demostra o gráfico de velocidade de germinação de plantas, onde a velocidade maior de germinação apresentou diminuição de acordo com o aumento da concentração de NaCl nos tratamentos. O tratamento de 0 mol L $^{-1}$ teve a maior velocidade de germinação e a menor velocidade para o tratamento 0,20 mol L $^{-1}$.

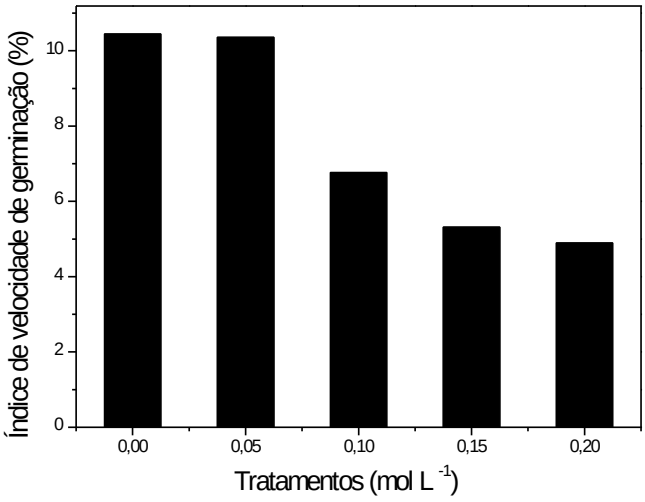

Figura 2. Índice de velocidade de germinação.

No comprimento de parte aérea (Figura 3) o maior valor obtido foi para o tratamento controle (0 mol L $^{-1}$) com 99,61mm e menores valores para o tratamento com maior concentração 0,20 mol L $^{-1}$ de 53,54mm.

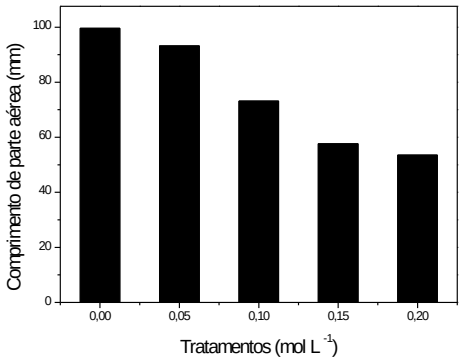

Figura 3. Comprimento da parte aérea.

Quando realizado a Análise de Variância (ANOVA) o valor do p-valor foi menos que 0,05 (Tabela 1), identificando que houve diferença estatística entre os tratamentos. Com isso realizou o teste de comparação de média (Tabela 2).

Tabela 1. Análise de Variância (ANOVA) para comprimento de parte aérea.

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Entre grupos	10210,23	4	2552,556	45,67876	0,0000000000385	2,75871
Dentro dos grupos	1397,015	25	55,8806			
Total	11607,24	29				

Tabela 2. Teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância para comprimento de parte aérea.

Tratamentos (mol L^{-1})	Média dos tratamentos	
0	99,6133	**A**
0,05	93,2016	**A**
0,10	73,1516	**B**
0,15	57,6366	**C**
0,20	53,5383	**C**

No teste de comparação de média os tratamentos 0 e 0,05 mol L^{-1} são estatisticamente iguais, bem como os tratamentos 0,15 e 0,20 mol L^{-1}. Contudo o tratamento de 0,10 mol L^{-1} é estatisticamente diferente dos demais tratamentos, assim como os tratamentos 0 e 0,05 mol L^{-1} são estatisticamente diferentes dos tratamentos 0,15 e 0,20 mol L^{-1}.

Na Figura 4 apresenta-se o gráfico do comprimento de parte aérea, onde o maior valor de comprimento foi do tratamento 0,05 mol L^{-1} com 39,86 mm e o menor valor para do tratamento 0,20 mol L^{-1} de 29,56 mm.

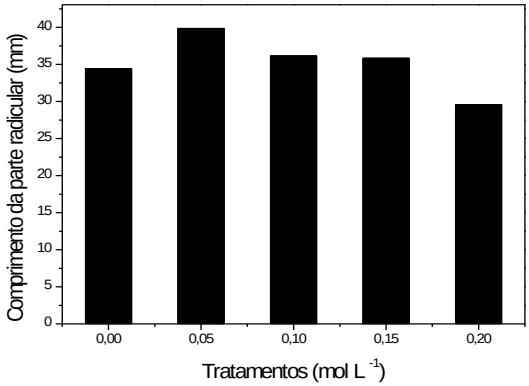

Figura 4. Comprimento da parte radicular.

Na análise de variância o p-valor apresentou valor menor que 0,05 ao qual demostra que não houve diferença estatística em relação aos diferentes tratamentos. Os dados para o comprimento da parte aérea e radicular são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Análise de Variância (ANOVA) para comprimento de parte radicular.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	332,9115	4	83,22788	1,385104	0,267639277	2,75871
Dentro dos grupos	1502,196	25	60,08783			
Total	1835,107	29				

Para a massa fresca da planta (Figura 5) o tratamento 0,05 mol L $^{-1}$ teve os maiores pesos em massa de 0,2468 g e o menor valor para o tratamento 0,20 mol L $^{-1}$ com 0,0993 g.

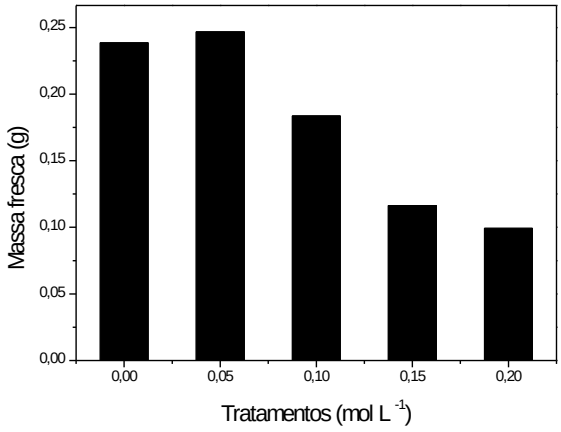

Figura 5. Massa fresca da planta

Na análise de Variância (ANOVA) o valor do p-valor foi menos que 0,05 (Tabela 4), identificando que houve diferença estatística entre os tratamentos. Com isso realizou o teste de comparação de média (Tabela 5).

Tabela 4. Análise de Variância (ANOVA) para massa fresca da planta.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,110605	4	0,027651	16,59982	0,000000924627	2,75871
Dentro dos grupos	0,041644	25	0,001666			
Total	0,152248	29				

Tabela 5. Teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância para massa fresca da parte aérea.

Tratamentos (mol L^{-1})	Média dos tratamentos	
0	0,2385	**A**
0,05	0,2460	**A**
0,10	0,1836	**AB**
0,15	0,1160	**BC**
0,20	0,0992	**C**

No teste de comparação de médias foi possível observar que os tratamentos 0; 0,05 e 0,10 mol L^{-1} são estatisticamente iguais, bem como 0,10 e 0,15 mol L^{-1} e os tratamentos 0,15 e 0,20 mol L^{-1} são estatisticamente iguais. No entanto o tratamento de 0,20 mol L^{-1} é diferente estatisticamente dos tratamentos 0; 0,05 e 0,10 mol L^{-1}.

Na massa seca da planta (Figura 6) o tratamento de 0,05 mol L^{-1} teve maiores valores em peso, com 0,0114g e menor valor no tratamento 0,15 mol L^{-1} de 0,0081g.

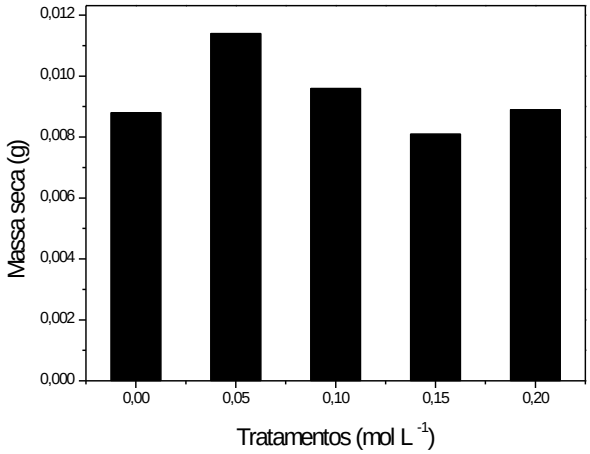

Figura 6. Massa seca da planta.

De acordo com a análise de variância (Tabela 6) para massa seca da planta não houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo isto comprovado pelo valor de p-valor que foi menos que 0,05.

Tabela 6. Análise de Variância (ANOVA) para massa seca da planta.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3,77E-05	4	9,42E-06	1,535078	0,222529944	2,75871
Dentro dos grupos	0,000153	25	6,13E-06			
Total	0,000191	29				

Conclusões

A salinidade apresentou efeito negativo sobre a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e massa fresca da planta, onde as maiores concentrações salinas (0,20 mol L^{-1}) inibiram o crescimento e desenvolvimento da planta. A salinidade não apresentou efeito negativos significativo no comprimento da parte radicular e massa seca da planta.

Com isso pode-se concluir que a salinidade em águas de irrigações apresenta efeitos negativos na cultura do Crambe, influenciando diretamente no desenvolvimento e crescimento da planta.

Referências

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; JUNIOR, G. B. SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.57-61. Campina Grande – PB. 2005.

CHAVES, A. P., DE LIMA, J. S., RIBEIRO, M. C., BENEDITO, C. P., & RODRIGUES, G. S. D. O. Efeito da salinidade na emergência e desenvolvimento de plântulas de flamboyant**. Agropecuária Científica no Semiárido**, 9(3), 119-123. 2013.

JANEGITZ, M. C.; SERRANO, F. B.; TURINI, T. A.; HERMANN, E. R. Efeito da germinação de sementes de alface (Lactuca sativa L.) em diferentes níveis de salinidade. **Jornal** Dia de Campo 2009. Disponível em Acesso em 01 de setembro de 2016.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlig emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MENDES, R. B.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, G. M.; MENDES, L. F. B.; NOBRE, D. A. C.; JUNIOR, D. S. B. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro submetidos a estresse salino. **Anais**. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia. 2012.

ROSCOE, R. Crambe: alternativa viável de outono/inverno. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 2014.

SALES, M. A. L., MOREIRA, F. J. C., ELOI, W. M., RIBEIRO, A. D. A. R., & NOGUEIRA, S. L. Germinação da vinagreira em função de cinco níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 9(1), 68-74. 2014.

SANTOS, J. E. S.; MASCARENHAS, N. M. H.; COSTA, J. A.; FERREIRA, H. C.; ALVAREZ-PIZARRO, J. C. Crescimento inicial de feijão-caupi e fava-banca sob estresse salino. **Anais**. Congresso Nacional de Feijão – Caupi. Recife – PE. 2013.

SILVA, F. de A. S. E. e AZEVEDO, C. A. V. DE. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In:WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

VIANA, O. H. Cultivo de Crambe na Região Oeste do Paraná. **Dissertação** apresentada ao Programa de Mestrado em Energia na Agricultura – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel/PR. 2013.