









Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) produzidas sob diferentes regimes hídricos

 [Kennia Karolline Gonçalves Pereira](#)^{1,4},  [Andréia Márcia Santos de Souza David](#)¹,  [Marcela de Castro](#)¹,
 [Josiane Cantuária Figueiredo](#)²,  [Edileuza dos Reis Souza Conceição](#)¹,  [Larissa Medeiro Soares](#)¹,
 [Silvânio Rodrigues dos Santos](#)¹ e  [Danúbia Aparecida Costa Nobre](#)³

Como citar: Pereira, K.K.G., David, A.M.S.S., Castro, M., Figueiredo, J.C., Conceição, E.R.S., Soares, L.M., Santos, S.R., Nobre, D.A.C. Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) produzidas sob diferentes regimes hídricos. Hoehnea 49: e1252020. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-125/2020>

RESUMO – (Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) produzidas sob diferentes regimes hídricos). A qualidade fisiológica das sementes é um aspecto de grande relevância para o estabelecimento de uma cultura. No entanto, as condições de manejo das plantas durante a produção de sementes podem influenciar na sua qualidade. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de crambe oriundas de plantas submetidas a diferentes regimes hídricos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por cinco condições de água no solo, baseadas na capacidade de campo (100, 85, 70, 55 e 40%) que consistiram nos tratamentos, com quatro repetições. Após a colheita, as sementes foram encaminhadas ao laboratório de sementes, beneficiadas e em seguida, avaliadas quanto ao teor de água, germinação e vigor. Plantas de crambe cultivadas em condições de água no solo entre 59 a 61% da capacidade de campo produzem sementes de melhor qualidade fisiológica, demonstrado pelo desempenho nos testes de germinação e vigor.

Palavras-chave: germinação, manejo de água, restrição hídrica, vigor

ABSTRACT – (Physiological quality of crambe seeds (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) produced under different water regimes). The physiological quality of the seeds is an aspect of great relevance for the establishment of a culture. However, plant management conditions during seed production can influence its quality. Given the above, the objective was to evaluate the physiological quality of crambe seeds from plants submitted to different water regimes. The experimental design used was in randomized blocks, composed of five water conditions in the soil, based on field capacity (100, 85, 70, 55 and 40%) that consisted of treatments, with four replications. After harvesting, the seeds were sent to the seed laboratory, processed and then evaluated for water content, germination and vigor. Crambe plants grown in soil water conditions between 59 to 61% of the field capacity produce seeds of better physiological quality, demonstrated by the performance in the germination and vigor tests.

Keywords: germination, vigor, water management, water restriction

Introdução

Estudos sobre oleaginosas para uso industrial, principalmente para a produção de biocombustíveis, vêm ganhando importância. A busca por óleos vegetais com características adequadas tem sido focada principalmente em

espécies não alimentares (Vasconcelos *et al.* 2020). Entre as espécies que podem potencialmente cumprir esse objetivo, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa anual de ciclo curto, pertencente à família Brassicaceae (Silva *et al.* 2019) que vem se destacando como uma excelente alternativa para produção de biocombustível devido ao alto

1. Universidade Estadual de Montes Claros, Avenida Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, 39440-000 Janaúba, MG, Brasil
2. Universidade Federal de Pelotas, Avenida Eliseu Maciel, s/n, Campus Universitário, 96010-610 Capão do Leão, RS, Brasil
3. Universidade Federal Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Rodovia MGT 367, Km 583, 5000, Alto da Jacuba, 39100-000 Diamantina, MG, Brasil
4. Autor para correspondência: kenniakarol1@hotmail.com

teor de óleo de suas sementes que é de 36 a 38% (Colodetti *et al.* 2012).

Os subprodutos da extração do óleo (torta e farelo de crambe) têm características desejáveis para serem utilizados como suplementos proteicos na alimentação de ruminantes, a fim de contribuir para a intensificação da cadeia produtiva (Goes *et al.* 2018) e substituir fontes tradicionais de proteínas, como farelo de soja e algodão (Carneiro *et al.* 2016, Ítavo *et al.* 2016).

A espécie tem sido descrita como planta rústica, que pode ser cultivada em diversas regiões, sendo alternativa para o cultivo de outono/inverno no Brasil (Pitol *et al.* 2008). Há relatos da rusticidade dessa espécie e seu potencial de crescimento em ambientes áridos e semiáridos, onde a escassez de água é comum (Ionov *et al.* 2013, Pivetta *et al.* 2016), o que poderia torná-la uma excelente alternativa de cultivo nessas condições (Silva *et al.* 2019).

A qualidade fisiológica das sementes é um aspecto de grande relevância para o estabelecimento de uma cultura (Nóbrega *et al.* 2018). As condições e técnicas ambientais adotadas durante a produção das sementes podem influenciar na sua qualidade fisiológica (Marcos Filho 2013), principalmente se for submetido a condições de estresse.

A restrição hídrica em plantas durante a fase de produção de sementes pode afetar negativamente a deposição de algumas reservas a exemplo o amido, mas também, podem reduzir o vigor de sementes quando a ocorrência se dá no período de deposição de reservas ou próximo ao final da curva de maturação das sementes (Aumonde *et al.* 2019, Silva *et al.* 2016, Souza Neta *et al.* 2016). Neste sentido, é extremamente importante conhecer a resposta do crambe a diferentes regimes hídricos, para que os produtores possam realizar o manejo da irrigação ou programar o plantio da cultura de maneira mais adequada e sustentável, com vistas à obtenção de sementes de qualidade.

Diante o exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de crambe oriundas de plantas submetidas a diferentes regimes hídricos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro/2017 a fevereiro/2018 na Área Experimental do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, em Janaúba, Minas Gerais (15°49'44,26''S e 43°16'09,11''O, altitude de 545 m). Foram utilizadas sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae), cultivar FMS Brilhante com 80% de germinação, provenientes da Fundação Mato Grosso do Sul.

O solo da área é classificado como um Neossolo Flúvico Psamítico (Embrapa 2013), de textura arenosa, que apresentou um armazenamento total de água capacidade de

38 mm na camada de 0-0,2 m, devido à sua alta proporção de areias médias e finas na fração de areia (Santos *et al.* 2020).

O clima da região é classificado como Aw, tropical com estação seca, de acordo com a classificação de Köppen (Alvares *et al.* 2013), com precipitação pluviométrica média anual de 780 mm, temperatura média anual de 26 °C e umidade média relativa do ar de 65%.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados, composto por cinco regimes hídricos (reposições de água até 100, 85, 70, 55 e 40% da umidade na capacidade de campo) com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

O plantio foi realizado manualmente em 03 de novembro de 2017, em uma área de 560 m², cada parcela foi composta por duas fileiras duplas de plantas, com espaçamento de 0,3 x 0,7 m, com 4 m de comprimento, semeando 35 sementes por metro a uma profundidade de 1 cm (Pitol *et al.* 2008). Foram consideradas como parcela útil as duas fileiras centrais, eliminando-se 1,5 metro de cada extremidade.

O sistema de irrigação por gotejamento semiautomatizado, foi composto por tubos gotejadores espaçados 1,0 m entre si e 0,33 m entre emissores, com vazão média de 2,56 L h⁻¹, na pressão de serviço de 150 kPa, em uma área de 560 m².

As adubações de plantio e cobertura foram baseadas nas características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade e de acordo com as recomendações para a cultura do crambe. A adubação do solo foi realizada via fertirrigação após o plantio, utilizando-se 68 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 19 kg ha⁻¹ de K₂O e 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia, respectivamente (Pitol *et al.* 2008). A adubação de cobertura via fertirrigação foi aplicada aos 25 dias após plantio utilizando-se 40 kg ha⁻¹ de N.

Após a semeadura foram adotadas recomendações técnicas necessárias ao desenvolvimento adequado da cultura, incluindo monitoramento de pragas e doenças, controle de plantas daninhas por meio de capinas manuais e o desbaste de plantas, tendo ao final, 17 plantas por metro linear.

Desde a semeadura irrigações diárias foram realizadas em todos os blocos a fim de manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo até 0,3 m de profundidade para favorecer o crescimento inicial e o estabelecimento da cultura. Para isso, foram instalados sensores de umidade do solo do tipo *Watermark*[®] nas profundidades de 0,1; 0,3; 0,5 e 0,7 m, sendo utilizadas para reposição somente as leituras dos sensores de 0,1 e 0,3 m de profundidade.

A partir do momento que mais de 50% das plantas das parcelas apresentaram quatro folhas definitivas a irrigação foi feita sempre que a umidade do solo atingiu o valor referente a cada tratamento pré-determinado. O turno de rega foi variável para os tratamentos, a lâmina de água aplicada e o tempo de irrigação, definidos de acordo com a umidade do solo obtida por meio das leituras dos

sensores. Adicionalmente, a umidade do solo de cada parcela experimental foi determinada semanalmente pelo método padrão (Bernardo *et al.* 2019), durante a aplicação dos tratamentos.

Ao final do ciclo da cultura, a colheita foi realizada (67 dias após semeadura), quando aproximadamente 85% das plantas da área apresentavam sementes com coloração marrom (Amaro 2017). Os racemos das plantas foram colhidos manualmente, acondicionados em sacos plásticos e encaminhados ao laboratório de análise de sementes da UNIMONTES, onde realizou-se o beneficiamento para a retirada de cascas e impurezas, e em seguida, procederam-se as análises.

Teor de água - determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (Brasil 2009), com resultados expressos em porcentagem.

Germinação - sementes foram semeadas sobre substrato papel germistest, umedecido com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco e dispostas em caixas plásticas tipo gerbox. As caixas contendo as sementes foram mantidas em germinador digital previamente regulado à temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas no quarto e no sétimo dia após a semeadura, contabilizando-se o número de plântulas normais, e os resultados foram expressos em porcentagem, segundo os critérios estabelecidos pelas RAS (Brasil 2009).

Primeira contagem de germinação - realizada em conjunto com o teste de germinação e consistiu no número de plântulas normais emergidas no quarto dia após a semeadura, com os resultados denotados em porcentagem (Brasil 2009).

Índice de velocidade de emergência (IVG) - constituiu em avaliações diárias, do número de sementes que apresentaram protrusão de radícula durante os sete dias de avaliação. Ao final do teste, com os dados do número de sementes germinadas, foi calculado o IVG, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Condutividade elétrica - conduzido com quatro repetições de 50 sementes, que foram pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL, contendo 75 mL de água destilada. Os copos foram levados para câmara BOD, regulada à temperatura de 25 °C, e as leituras realizadas após 24 horas de embebição, utilizando condutivímetro (DIGIMED DM 31), com resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Vieira & Krzyzanowski 1999).

As variáveis estudadas foram analisadas e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade de erro e posterior análise de regressão. As estimativas dos parâmetros da regressão foram avaliadas pelo teste “t” em nível de 5% de significância e selecionou as equações de regressão, pela escolha do modelo mais adequado, o comportamento biológico, a significância

dos coeficientes do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2).

Resultados

Após a diferenciação dos tratamentos, quando as plantas apresentaram quatro folhas definitivas (21 dias após o plantio), houve 3 precipitações na área experimental de cultivo, cujo valor efetivo total correspondeu a 130,5 mm e as lâminas líquidas de irrigação variaram entre 15,6 e 48,0 mm, de acordo com a umidade do solo. No tratamento com regime hídrico de até 100% da capacidade de campo a lâmina fornecida foi inferior em relação aos demais tratamentos, bem como a frequência de irrigações.

Os teores de água das sementes produzidas de plantas submetidas a diferentes regimes hídricos não diferiram entre si, e indicou média de 8,8%.

Os resultados da análise de variância revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) e comportamento quadrático dos regimes hídricos do solo para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica.

A germinação das sementes produzidas na condição de 40% capacidade de campo, o valor estimado de germinação foi de 66,36%, atingindo a máxima germinação (77,74%) quando se elevou a umidade do solo até 61,34% capacidade de campo, esse incremento na germinação de sementes foi da ordem de 17,15% (figura 1). Houve redução na germinação das sementes a partir do ponto de máxima (61,34% capacidade de campo), e na condição de até 100% capacidade de campo a germinação atingiu 40,38%, sendo possível contabilizar um decréscimo de 48,05% (figura 1 a).

Para a primeira contagem da germinação a umidade no solo a 40% da capacidade de campo proporcionou valores médios de aproximadamente 46% de plântulas normais (figura 1 b). Contudo, a 62% da capacidade de campo o percentual de plântulas normais foi de 54%, havendo um incremento de 15% e uma posterior redução de 37% nesse percentual, no qual a 100% capacidade de campo obteve-se 34% de plântulas normais.

O comportamento do índice de velocidade de germinação (IVG) também foi quadrático, em que ocorre um acréscimo de 11% da menor disponibilidade de água (40% capacidade de campo) até 59% da disponibilidade de água, a qual atingiu o máximo de velocidade de germinação (14), com posterior decréscimo de 46% até 100% capacidade de campo (figura 1 c).

Observa-se que as sementes produzidas de plantas cultivadas na capacidade de campo de 40% apresentaram valor de condutividade elétrica de 360,00 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, atingindo o valor mínimo de 305,63 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em regime hídrico de 100% da capacidade de campo (figura 1 d).

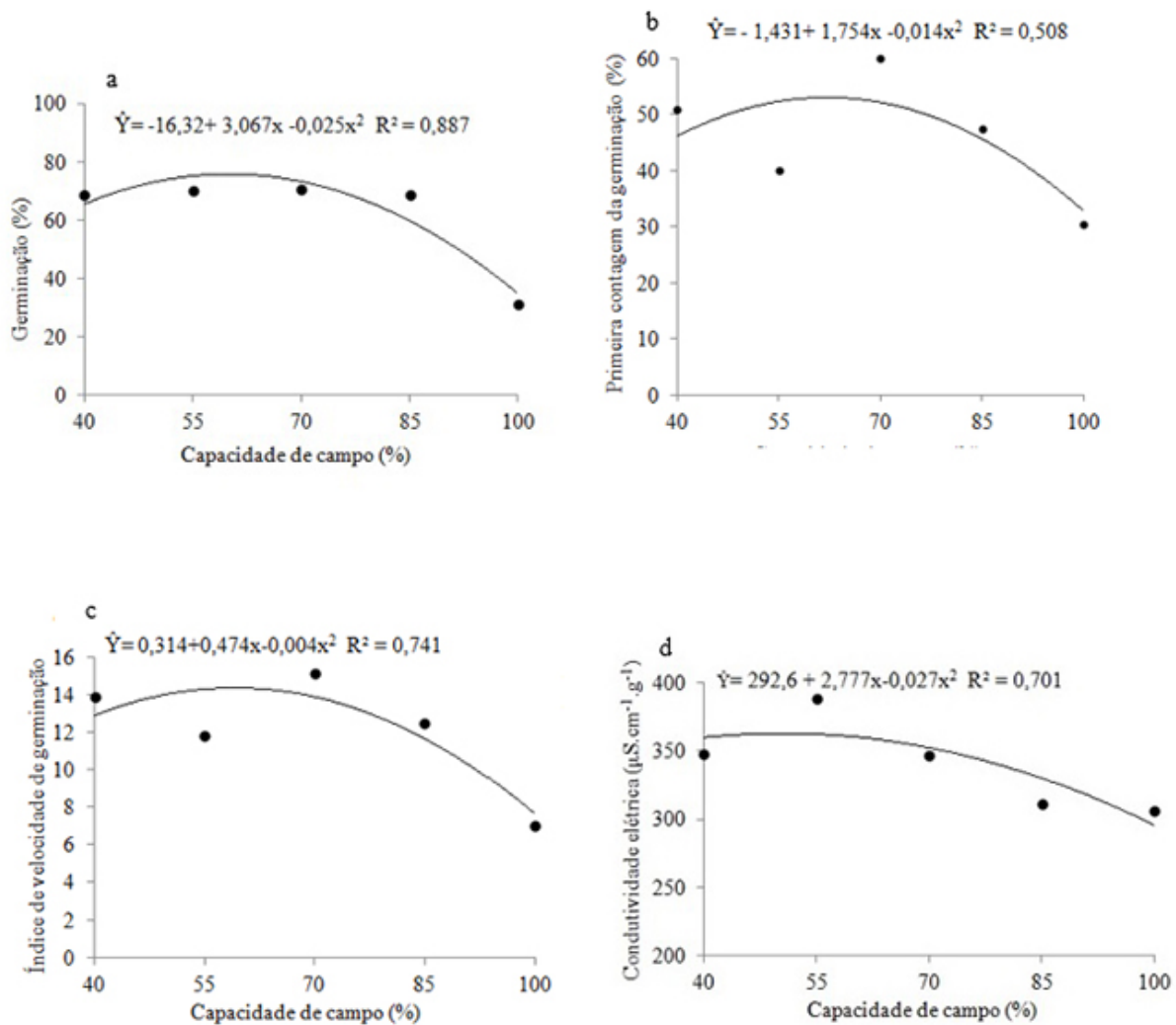


Figura 1. Sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) provenientes de plantas submetidas a diferentes condições de água no solo proporcionais à capacidade de campo. a. germinação. b. primeira contagem da germinação. c. índice de velocidade de germinação. d. condutividade elétrica.

Figure 1. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) seeds from plants submitted to different soil water conditions proportional to field capacity. a. germination. b. first germination count. c. speed index of germination. d. Electric conductivity.

Discussão

As condições climáticas, especialmente a temperatura, e umidade relativa do ar (figura 2), observadas durante o desenvolvimento das plantas e no período de colheita das sementes, contribuíram para a manutenção dos níveis de umidade, o que concorda com Marcos Filho (2015). O monitoramento do teor de água das sementes nos sistemas de produção é de grande importância, uma vez que a umidade exerce influência acentuada e direta na sua qualidade e longevidade, pois estimula a atividade metabólica do embrião. Além disso, teores de água semelhantes entre

tratamentos diversos são importantes para que os testes de qualidade não sejam afetados por diferenças na atividade metabólica, velocidade de umedecimento e na intensidade de deterioração das sementes (Steiner *et al.* 2011). Na disponibilidade hídrica de 40% da capacidade de campo, as sementes produzidas atenderam percentual mínimo de germinação (60%) aceitável para a comercialização de sementes de crambe (Brasil 2013). Assim, os produtores que utilizam a prática da irrigação nas lavouras de crambe poderão economizar com os custos do manejo garantindo os padrões de qualidade de sementes estabelecidos pela legislação.

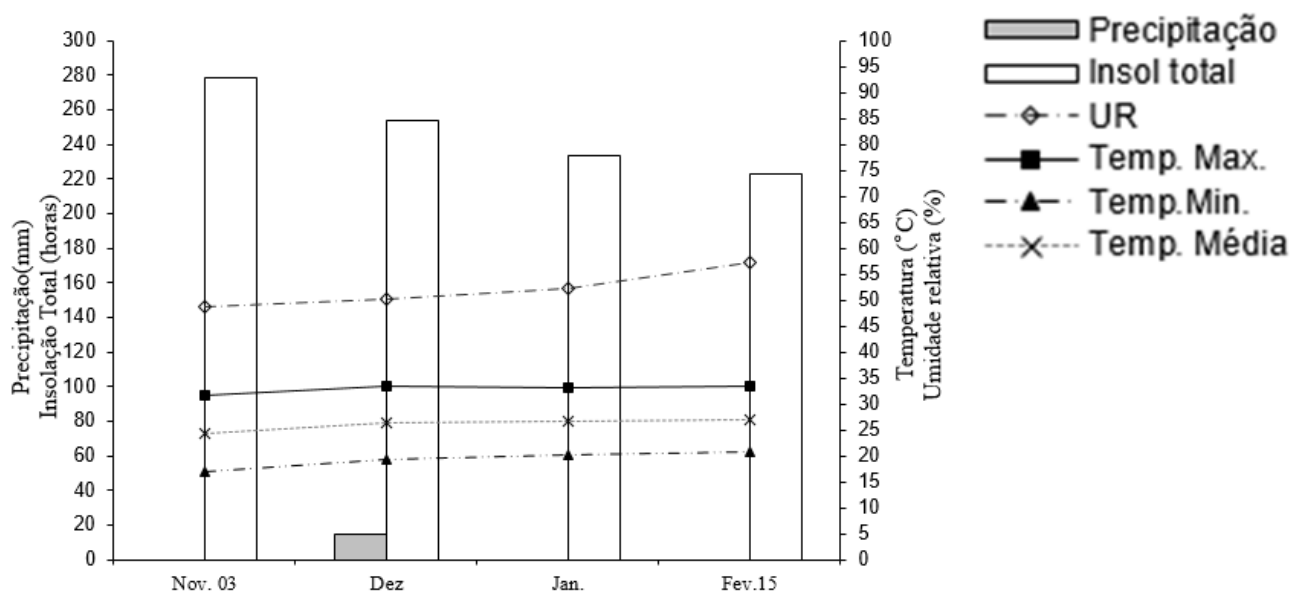


Figura 2. Dados climáticos mensais referentes à precipitação (mm), insolação total (horas), umidade relativa do ar (%), e as temperaturas máxima, mínima e média (°C) e a coletados durante o período de condução de experimento.

Figure 2. Monthly climatic data referring to precipitation (mm), total insolation (hours), relative air humidity (%), and maximum and average temperatures (°C) and collected during the experiment.

Entretanto, por ser o último evento afetado pela deterioração das sementes e realizado em condições controladas de temperatura e umidade, o teste de germinação é pouco sensível para constatar diferenças no vigor das sementes, necessitando de testes adicionais para avaliar a sua qualidade fisiológica. Alguns trabalhos demonstram que o vigor das sementes sempre é mais afetado que a germinação, quando submetidas ao estresse hídrico, como exemplo feijão-caupi (Freitas *et al.* 2013) e milho (Machado *et al.* 2020).

A primeira contagem da germinação é um teste de vigor simples, realizado simultaneamente ao teste de germinação, e baseia-se no pressuposto de que as sementes mais vigorosas germinam mais rápido (Abud *et al.* 2013). Provavelmente na capacidade de campo de 100% ocorreu impacto negativo nas plantas de crambe durante o desenvolvimento das sementes, o que possa ter afetado o a produção de assimilados, com possíveis efeitos sobre o vigor das sementes. Além disso, o excesso de água no solo, da mesma forma que a restrição hídrica, também prejudica a qualidade das sementes, conforme foi observado nos resultados do presente estudo.

O princípio do teste de IVG é de que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosas. De acordo Bergonci *et al.* (2001), plantas deficientes em água podem apresentar insuficiência de assimilados para manter o seu crescimento e, conseqüentemente, influenciar de forma negativa a quantidade e qualidade das sementes produzidas.

O menor resultado de vigor das sementes avaliado pelos testes de primeira contagem da germinação e índice de velocidade de emergência na capacidade de campo de 40% pode ser atribuído a deficiência hídrica no solo. Quando a restrição hídrica ocorre no estágio vegetativo da planta há uma redução na expansão das folhas e redução na área foliar em consequência à redução no aproveitamento dos nutrientes do solo, gerando uma consequência primária na qualidade fisiológica das sementes produzidas (Tryjack *et al.* 2017). E a falta de água nos estádios de formação da semente pode influenciar negativamente na diferenciação e expansão celular, assim como refletir na menor alocação de assimilados, resultando em sementes de baixo vigor (Koch *et al.* 2017).

O teste de condutividade elétrica estabelece que sementes menos vigorosas, ou seja, mais deterioradas, liberam maiores quantidades de solutos durante a embebição, devido a menor intensidade de restabelecimento do sistema de membranas celulares durante este período e, portanto, originam leituras superiores (Marcos Filho 2015), o que foi observado no presente estudo para as sementes produzidas na capacidade de campo de 40%.

Possivelmente as plantas de crambe cultivadas em solo com umidade de 40% da capacidade de campo passaram por situações de déficit hídrico, sendo este fator prejudicial à atividade dos estômatos, causando o seu fechamento e um bloqueio da difusão de dióxido de carbono (CO₂). Esses efeitos tiveram consequências negativas sobre os processos de transpiração, fotossíntese e assimilação de compostos

carbonados que foram destinados a formarem as reservas das sementes (Vieira *et al.* 2013), e a insuficiência e/ou ausência de alguma dessas reservas diminuiu a germinação e o vigor das sementes produzidas. Vale ressaltar que a ocorrência de deficiência hídrica durante o período de transferência de matéria seca pode provocar redução no peso das sementes e afetar de forma significativa o seu desempenho (Peres *et al.* 2018).

A ocorrência de deficiência hídrica sobre a planta matriz, durante o período de formação das sementes pode afetar de forma significativa a qualidades das sementes produzidas. A baixa disponibilidade de água acarreta em impacto negativo e substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas, e durante o desenvolvimento das sementes, o estresse hídrico pode acarretar em decréscimo da produção devido à redução da produção de assimilados, com possíveis efeitos sobre a diminuição da qualidade fisiológica das sementes. Visto que segundo Aumonde *et al.* (2019), a ocorrência de estresses ambientais durante a maturidade das sementes, podem reduzir a o vigor das sementes.

Conclusão

Plantas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst, Brassicaceae) cultivadas em regimes hídricos entre 59 a 61% da capacidade de campo produzem sementes de melhor qualidade fisiológica, demonstrado pelo desempenho nos testes de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de emergência.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas e apoio financeiro.

Contribuições dos autores

Kennia Karolline Gonçalves Pereira: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Andréia Márcia Santos de Souza David: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Marcela de Castro: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Josiane Cantuária Figueiredo: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Edileuza dos Reis Souza Conceição: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Larissa Medeiro Soares: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Silvânio Rodrigues dos Santos: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Danúbia Aparecida Costa Nobre: Contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa e para a confecção do manuscrito.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Literatura citada

- Abud, H.F., Araujo, E.F., Araujo, R.F., Araujo, A.V & Pinto, C.M.F.** 2013. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. Pesquisa Agropecuária Brasileira 48: 1546-1554.
- Alvares, C. A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C & Gonçalves, J.L de M., Sparovek, G.** 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22: 711-728.
- Amaro, H.T.** 2017. Maturação, secagem e armazenamento na qualidade de sementes de crambe. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Aumonde, T.Z., Pedó, T., Martinazzo, E.G.** 2019. Fisiologia da qualidade de sementes. In: Peske, S.T., Vilela, F.A., Meneghello, G.E (Ed.). 4 ed. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. UFPEL, Pelotas, pp.105-145.
- Brasil.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 16, de 25 de janeiro de 2013, DOU de 28/01/2013, n 19, Seção 1, p 2.
- Brasil.** 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ Assessoria de comunicação social.
- Bergonci, J.I., Bergamaschi, H., Santos, A.O., França, S., Radin, B.** 2001. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36: 949-956.
- Bernardo, S., Mantovani, E.C., Silva, D da.S.** 2019. Manual de irrigação. 9. ed. Viçosa -MG.
- Carvalho, N.M & Nakagawa, J.** 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal-SP: Funep.

- Carneiro, M.M.Y., Goes, R.H de T.B de., Silva, L.H.X da, Fernandes, A.R.M., Oliveira, R.T de., Cardoso, C.A.L & Hirata, A.S.O. 2016. Quality traits and lipid composition of meat from crossbreed Santa Ines ewes fed diets including crushed crambe. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45: 319-327.
- Colodetti, V.T., Martins, L.D., Rodrigues, W.N., Brinate, S.B.V., Tomaz, M.A. 2012. Crambe: Aspectos gerais da produção agrícola. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer 8: 2-8.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa.
- Freitas, R.M.O.D., Torres, S.B., Nogueira, N.W., Ieal, C.C.P., Farias, R.M.D. 2013. Cowpea seeds quality and yield according to cropping systems and hydric stress. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 43: 370-376.
- Goes, R.H de T.B de., Branco, R.A.P.A.F., Osmari, M.P., Granda, J. R., Zeviani, W.M., Bezerra, L.R & Oliveira, R.L. 2018. Crushed crambe from biodiesel production as replacement for soybean meal in the supplement of steers grazing. *Italian Journal of Animal Science* 18: 316-327
- Ionov, M., Yuldasheva, N., Ulchenko, N., Glushenkova, A.I., Heuer, B. 2013. Growth, development and yield of *Crambe abyssinica* under saline irrigation in the greenhouse. *Journal of Agronomy and Crop Science* 199: 331-339.
- Ítavo, L.C.V., Souza, A.D.V., Fávoro, S.P., Ítavo, C.C.B.F., Petit, H.V., Dias, A.M & Roscoe, R. 2016. Intake, digestibility, performance, carcass characteristics and meat quality of lambs fed different levels of crambe meal in the diet. *Animal Feed Science and Technology* 216: 40-48.
- Koch, F., Dellagostin, S.M., Villela, F. A., Aumonde, T.Z. 2017. Deterioração de sementes em pré e pós-colheita. *In: Aumonde, T.Z., Pédó, T., Martinazzo, E.G., Villela, A.F (Ed.)*. 1 ed, estresses ambientais e a produção de sementes: Ciência e Aplicação. Pelotas: Cópias Santa Cruz, pp. 115-138.
- Machado, F.H.B., David, A.M.S.S., Santos, S.R., Figueiredo, J.C., Silva, C.D., Nobre, D.A.C. 2020. Physiological quality of maize seeds produced under soil water deficit conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 24: 451-456.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
- Marcos Filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES.
- Marcos Filho, J. 2013. Potencial fisiológico da semente de soja. *Informativo Abrates* 23: 21-24.
- Nóbrega, J. S., Lopes, K. P., Santos, J. B dos., Paiva, F. J da S., Silva, J. G da & Lima, G. S de. 2018. Quality of sesame seeds produced under soil salinity levels. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48: 280-286.
- Ohlson, O.C., Krzyzanowski, F.C., Caieiro, J.T & Panobianco, M. 2010. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes* 32: 118-124.
- Peres, R.A., Portugal, J.R., Rodrigues, R.A.F., Sá, M.E., Arf, O., Franco, A.A., Garé, L.M. 2018. Efeito do cultivo de feijão com co-inoculação (*Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*) e lâminas de irrigação sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas. *Investigación Agraria* 20: 11-21.
- Pitol, C., Broch, D.L & Roscoe, R. 2008. Tecnologia e produção: crambe. Maracaju: Fundação MS.
- Pivetta, L. G., Araújo, E.F., Silva, L.J., Amaro, H.T.R., Dias, L.A.S., Dias, D.C.F.S. 2016. Germination and initial growth of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) under saline conditions. *Australian Journal of Crop Science* 10: 1614-1617.
- Santos, E.F dos., Santos, S.R dos., Carvalho, A.J de., Aspiazu, I & Oliveira, P.M de. 2020. Soil water availability for drip-irrigated common bean crop. *Revista Brasileira Tropical* 50: 57367.
- Silva, M.F., Araújo, E.F., Silva, L.J., Amaro, H.T.R., Dias, L.A.S & DIAS, D.C.F. 2019. Tolerance of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) to salinity and water stress during seed germination and initial seedling growth. *Ciência e Agrotecnologia* 43: 1-13.
- Silva, R.T., Oliveira, A.L & Lopes, M.F.Q. 2016. Physiological quality of sesame seeds produced from plants subjected to water stress *Revista. Ciência. Agrônômica* 47: 643-648.
- Souza Neta, M.L., Oliveira, F.A., Torres, S.B., Souza, A.A.T., Carvalho, S.M.C., Benedito, C.P. 2016. Residual effect of bur gherkin seed treatment with biostimulant under salt stress. *Journal of Seed Science* 38: 219-226.
- Steiner, F., Oliveira, S. S. C., Martins, C. C., Cruz, S. J. S. 2011. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. *Ciência Rural* 41: 200-204.
- Tryjack, C., Szarecki, V.J., Martinazzo, E.G., Aumonde, T.Z., Pédó, T. 2017. Ecofisiologia, produção e qualidade de sementes de plantas de lavoura em resposta ao alagamento do solo e restrição hídrica. *In: Aumonde, T.Z., Pédó, T., Martinazzo, E.G., Villela, A.F (Ed.)*. 1 ed, Estresses ambientais e a produção de sementes: Ciência e Aplicação. Pelotas: Cópias Santa Cruz, pp. 139-169.

Vasconcelos, U.A.A., Dias, L.A dos.S., Corrêa, T.R., Rosmaninho, L.B de Castro., Silva, Dandara, R.M da Silva & Zaidan, I.R. 2020. Estimates of genetic parameters and path analysis of crambe: An important oil plant for biofuel production. *Acta Scientiarum. Agronomy* 42: e42490

Vieira, R. D & Krzyzanowski, F.C. 1999. Teste de condutividade elétrica. *In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D & França Neto, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes.* Londrina: ABRATES, pp. 1-26.

Vieira, F.C.F., Santos Junior, C.D., Nogueira, A.P.O., Dias, A.C.C., Hamawaki, O.T., Bonetti, A.M. 2013. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por PEG 6000. *Bioscience Journal* 29: 543-552.

Editor Associado: Nelson Augusto dos Santos Júnior

Submissão: 08/12/2020

Aceito: 09/12/2021

