
Qualidade fisiológica de sementes de couve manteiga em função do hidrocondicionamento em diferentes períodos e concentrações de sulfato de zinco

Physiological quality of kale seeds as a function of hydroconditioning in different periods and concentrations of zinc sulfate

Westefann dos Santos Sousa^{1*}, Osmanny Francisco Pereira de Melo¹, Alexandre Garcia Rezende¹, Juliana Oliveira da Silva de Menezes¹, Pedro Henrique Nascimento Cintra¹, Mariana Pina da Silva Berti¹

¹ Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária Ipameri, Ipameri, GO, Brasil.

*Autor correspondente: e-mail: westefannsantos@hotmail.com

Recebido: 26/05/2020; Aceito: 10/06/2020

RESUMO

A imersão de sementes em uma solução nutritiva permite o fornecimento de nutrientes, o controle da velocidade de embebição e a inicialização de processos metabólicos. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de couve manteiga, após a embebição das sementes em soluções contendo zinco. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições, sendo 4 períodos de embebição (6; 12; 18 e 24 h) e 5 concentrações de zinco (0; 2; 4; 6 e 8 mL). As variáveis analisadas foram: embebição das sementes, índice de velocidade de protrusão da raiz primária, plântulas normais, plântulas anormais, comprimento de plântula e massa seca de plântula. Os maiores períodos de embebição, influenciaram negativamente sobre os parâmetros fisiológicos das sementes de couve manteiga. O hidrocondicionamento atrelado as maiores concentrações do produto comercial a base de sulfato de zinco, interferiu negativamente na germinação das sementes e comprimento das plântulas.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*, micronutriente, nutrição de plantas.

ABSTRACT

The immersion of seeds in a nutritive solution allows the supply of nutrients, the control of the speed of imbibition and the initiation of metabolic processes. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of kale seeds, after soaking the seeds in solutions containing zinc. The design used was completely randomized in a 4 x 5 factorial scheme, with four repetitions, with 4 periods of imbibition (6; 12; 18 and 24 h) and 5 zinc concentrations (0; 2; 4; 6 and 8 mL). The variables analyzed were: seed imbibition, primary root protrusion speed index, normal seedlings, abnormal seedlings, seedling length and seedling dry mass. The longest soaking periods had a negative influence on the physiological parameters of kale seeds. Hydroconditioning, coupled with the

highest concentrations of the commercial product based on zinc sulfate, negatively interfered with seed germination and seedling length.

Keywords: *Brassica oleracea*, micronutrient, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família brassicaceae, que contempla o maior número de culturas oleráceas, a couve-de-folha (*Brassica oleracea*) é uma espécie bienal, que não apresenta “cabeça”. A emissão de novas folhas é constante formando uma roseta ao redor do caule e a sua propagação pode ser realizada por sementes ou rebentos laterais (FILGUEIRA, 2013). Em geral, uma planta de couve produz de três a quatro quilos de folhas e na sua composição encontra-se vitaminas: A, C, D, E, K e do complexo B, além de minerais: ferro, cálcio, enxofre, potássio e magnésio (LUENGO et al., 2018).

No Brasil, a produção e o consumo desta olerícola tem aumentado gradativamente, e conseqüentemente, há uma crescente demanda por pratos culturais que potencialize a produtividade da cultura (ROCHA et al., 2019). A produção e a qualidade fisiológica das sementes são de grande importância para o estabelecimento da cultura, uma vez que está possui um ciclo de desenvolvimento mais alto, formação de novas estruturas, flores e sementes, de modo a aumentar a demanda por nutrientes (CARDOSO et al., 2016).

A integridade fisiológica das sementes de couve são dependentes da disponibilidade de nutrientes na lavoura, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química e conseqüentemente o vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). A deficiência de fertilização à base de zinco, pode causar redução na taxa de germinação de sementes, por ser cofator de enzimas hidrolíticas envolvidas na histodiferenciação do eixo embrionário, que requer o íon zinco para suas atividades (CUNHA et al., 2015). Além disto, o zinco participa da síntese do triptofano, agente promotor de auxina, hormônio vegetal envolvido no alongamento da plântula durante a germinação (BROADLEY et al., 2012).

O fornecimento de micronutrientes pode ser realizado via aplicação foliar, tratamento pré-semeadura, através da imersão das sementes em solução com concentração pré-estabelecida do micronutriente, bem como pela adição direta às sementes no momento da semeadura, ou ainda, pelo procedimento de peletização (ALMEIDA et al., 2015).

A imersão de sementes em uma solução nutritiva permite o fornecimento de nutrientes, o controle da velocidade de embebição e a inicialização de processos metabólicos sem a ocorrência da germinação (FAROOQ et al., 2009), proporcionando diminuição no período de embebição e maior sincronização da germinação (BASRA et al., 2005). Relatos na bibliografia mostram que o hidrocondicionamento é uma técnica de baixo custo e eficiente para a melhoria da qualidade e uniformidade das plântulas como, por exemplo, para as culturas do tomate e repolho (BISOGNIN et al., 2016).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi analisar a qualidade fisiológica de sementes de couve manteiga, bem como a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, após a imersão de sementes em soluções contendo o micronutriente zinco.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sementes, da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri no ano de 2019. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, sendo 4 períodos de embebição (6; 12; 18 e 24 h) e 5 concentrações (0; 2; 4; 6 e 8 mL 1000 sementes⁻¹) do

produto comercial a base de sulfato de zinco. As sementes utilizadas de couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* L.), variedade ocephala, apresentavam 94% de germinação e 100% de pureza.

Avaliou-se previamente o teor de água das sementes, o qual foi determinado utilizando o método da estufa, com quatro repetições de 1 g de semente cada, pesadas inicialmente para obtenção do peso inicial e posteriormente colocadas em estufa de ar forçado a 105 °C durante 24 h e pesadas novamente para obtenção do peso final, os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Embebição das sementes: foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, submetidas a pesagem para obtenção do peso inicial das sementes e posteriormente colocadas em recipientes contendo 15 mL de água deionizada acrescentando as concentrações do micronutriente, em seguida mantidas em câmara BOD na temperatura de 25 °C ± 1, durante o respectivo tempo de cada tratamento. Após cada período as sementes foram pesadas novamente para obtenção do peso final, os resultados foram dados em porcentagem utilizando a fórmula disposta por Dias et al. (2019).

Teste de germinação: realizado com 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 cada, utilizando caixa do tipo Gerbox com papel germitest umedecido 2,5 vezes a massa do papel seco com água deionizada, e posteriormente mantidos em BOD a uma temperatura de 25 °C ± 1. Avaliação foi feita de acordo com Brasil (2009) no 10º dia após a instalação do teste e o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais (critério de germinação) e anormais.

Índice de velocidade de protrusão da raiz primária: concomitantemente com o teste de germinação, foram contadas diariamente no mesmo horário o número de sementes que apresentaram emissão do sistema radicular com comprimento superior a 2 mm, ao final do teste, o índice de velocidade foi calculado utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento de plântulas: ao final do teste de germinação as plântulas foram avaliadas quanto ao comprimento, com o auxílio de régua milimetrada, e os resultados expressos em centímetros (cm).

Massa seca de plântulas: todas as plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C durante 72 h, após a secagem as amostras foram pesadas em balança de precisão, e os resultados foram expressos em gramas.

Os resultados obtidos foram tabelados e submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) avaliando a interação entre o período de embebição e a dosagem aplicada do nutriente. As dosagens e o períodos de embebição também foram avaliados por teste de regressão. O software estatístico utilizado foi o AgroEstat (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015). As plotagens dos gráficos foram realizadas com auxílio do software SigmaPlot 10.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teor de água entre os lotes de sementes de couve manteiga, indicaram valor médio de 4,79% de umidade, não apresentando variação entre si, o que é conveniente. Pois, segundo Coimbra et al. (2009), o teor de água inicial das sementes é um fator importante para a confiabilidade das demais avaliações e o fornecimento de resultados consistentes, evitando interferência sobre os resultados, por influência das diferenças na atividade metabólica, velocidade de hidratação e regulação da integridade das membranas celulares. Vale salientar, que a umidade das sementes estudadas está dentro dos critérios para a regulação da integridade fisiológica de sementes ortodoxas, que deve ser igual ou inferior a 12% (OLIVEIRA et al., 2015).

Com base na análise de variância (Tabela 1) é possível dizer que houve interação entre os fatores período e concentração, apenas para as variáveis índice de velocidade de protrusão da raiz primária (IVPRP), plântulas

normais (PN) e plântulas anormais (PA). As demais variáveis resultaram em níveis significativos para os fatores período e concentrações, isoladamente.

Tabela 1. Análise de variância para embebição das sementes (ES), índice de velocidade de protrusão da raiz primária (IVPRP), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), comprimento de plântula (COM) e massa seca de plântula (MS), de sementes de couve manteiga em função do período de embebição e concentrações de sulfato de zinco.

Variáveis	Quadrado médio do erro				Regressão	
	P	C	P x C	CV (%)	Linear	Quadrática
ES	748,826 **	148,432 ns	33,5937 ns	22,95	0,0096 *	0,6564 ns
IVPRP	18,8350 **	12,1952 **	3,91465 **	19,64	0,0000 **	0,0000 **
PN	2722,33 **	2037,70 **	623,833 **	24,33	0,0000 **	0,0000 **
PA	2722,33 **	2037,70 **	623,833 **	26,31	0,0000 **	0,0000 **
COM	4,97733 *	41,3991 **	1,18952 ns	20,30	0,0000 **	0,0000 **
MS	0,00170 **	0,00044 ns	0,00036 ns	45,41	0,0578 ns	0,3796 ns

* e ** significativo pelo teste F a $p=0,05$ e $p=0,01$ de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo; P = Período de embebição; C = Concentrações de sulfato de zinco; P x C = interação entre período e concentrações de zinco.

O período de 6 h de imersão resultou nas melhores médias para as variáveis índice de velocidade de protrusão da raiz primária, plântulas normais, comprimento e massa seca de plântula, com uma particularidade na variável de comprimento de plântula, onde os períodos de 6, 12 e 18 horas não diferiram estatisticamente entre si. Nota-se que o maior tempo de embebição (24 h), demonstrou maior porcentagem de água absorvida pelas sementes, no entanto, verificou-se um maior percentual de plântulas anormais, menor comprimento de plântula e massa seca de plântula (Tabela 2).

Tabela 2. Embebição das sementes (ES), índice de velocidade de protrusão da raiz primária (IVPRP), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), comprimento de plântula (COM) e massa seca de plântula (MS), de couve manteiga em função do período de embebição.

Período de embebição (h)	ES (%)	IVPRP	PN (%)	PA (%)	COM (cm)	MS (g)
6	27,58 c	6,0703 a	68,40 a	31,60 b	6,105 a	0,0550 a
12	38,41 b	3,9298 c	44,60 b	55,40 a	5,595 ab	0,0385 b
18	33,08 bc	4,9826 b	52,00 b	48,00 a	6,175 a	0,0425 ab
24	41,48 a	4,1503 c	42,80 b	57,20 a	5,105 b	0,0334 b
DMS (%)	6,7408	0,7853	10,566	10,566	0,9749	0,0160

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% ($p<0,05$).

Conforme Bisognin et al. (2016), o período de embebição das sementes favorece o início do pré-metabolismo germinativo, uma vez que, a habilidade do embrião em absorver água e iniciar o crescimento está diretamente relacionado com o potencial osmótico das células da semente. Os referidos autores ao acompanharem o desempenho fisiológico de sementes de olerícolas em diferentes períodos de embebição, constataram que para

as sementes de tomate e repolho, as melhores respostas para as variáveis relacionadas com a germinação e vigor, foram os períodos de 72 e 20 horas, respectivamente. Porém, para a cultura da alface, os resultados corroboram com os encontrados para a couve no presente trabalho, onde a cultura não respondeu de forma positiva aos maiores períodos de embebição.

Quanto à variável índice de velocidade de protrusão da raiz primária (IVPRP), plântulas normais (PN) e plântulas anormais (PA), em função da variação de zinco e dos períodos de embebição, constatou-se que o melhor ajuste aos dados foi o modelo quadrático para os períodos 6, 12 e 18 h, e regressão linear para o período de 24 h (Figura 1, 2 e 3). Para cada incremento unitário (mL) do produto comercial a base de sulfato de zinco (PCBSZ), ocorreu uma redução de 1,56 no IVPRP (Figura 1), 20,7% nas PN (Figura 2) e um aumento de 6,90% nas PA (Figura 3) no período de 24 h de embebição.

Com o aumento dos períodos de exposição das sementes de couve manteiga, às concentrações de 2, 4 e 6 mL do PCBSZ, notou-se redução geral na velocidade de germinação das sementes. Já as sementes submetidas à concentração de 8 mL de PCBSZ por 6, 12 e 18 horas, em regra, apresentaram um reajuste nos valores de IVPRP, retomando os melhores resultados (Figura 1).

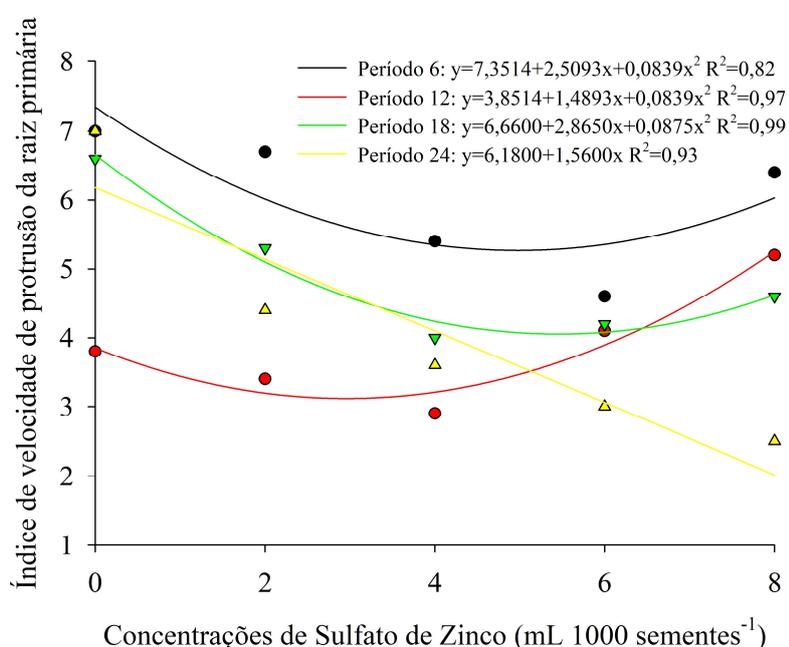


Figura 1. Índice de velocidade de protrusão da raiz primária de couve manteiga em função do período de embebição e diferentes concentrações de sulfato de zinco.

Em síntese, a concentração em 0 e 8 mL do PCBSZ nos períodos 6, 12 e 18 h de embebição, proporcionaram os maiores resultados para IVPRP (Figura 1) e PN (Figura 2), e inversamente proporcional a PN, as plântulas anormais apresentaram menores percentuais nas referidas concentrações e períodos (Figura 3).

Verificou-se que, com o aumento das concentrações do PCBSZ, houve redução na germinação, para os tratamentos com diferentes períodos de embebição das sementes de couve manteiga, sendo comprovado pelo ponto máximo de eficiência do IVPRP na ausência de zinco (concentração 0), que foi de 83, 71 e 79% de plântulas normais nos respectivos períodos 6, 18 e 24 h (Figura 2). Vale ressaltar que no período de 12 h, houve uma maior percentagem de plântulas normais (56%) na concentração 8 do PCBSZ, no entanto, ainda é um resultado menor quando comparado com a concentração 0 para os demais períodos.

O aumento da concentração do PCBSZ atrelada ao maior período de embebição proporcionou efeito tóxico no desenvolvimento das plântulas de couve manteiga, onde o percentual de plântulas anormais no tratamento com período de embebição de 24 h e a maior concentração do sulfato de zinco (8 mL 1000 sementes⁻¹), promoveu uma diferença de 225% sobre o percentual de plântulas anormais em comparação a testemunha (Figura 3).

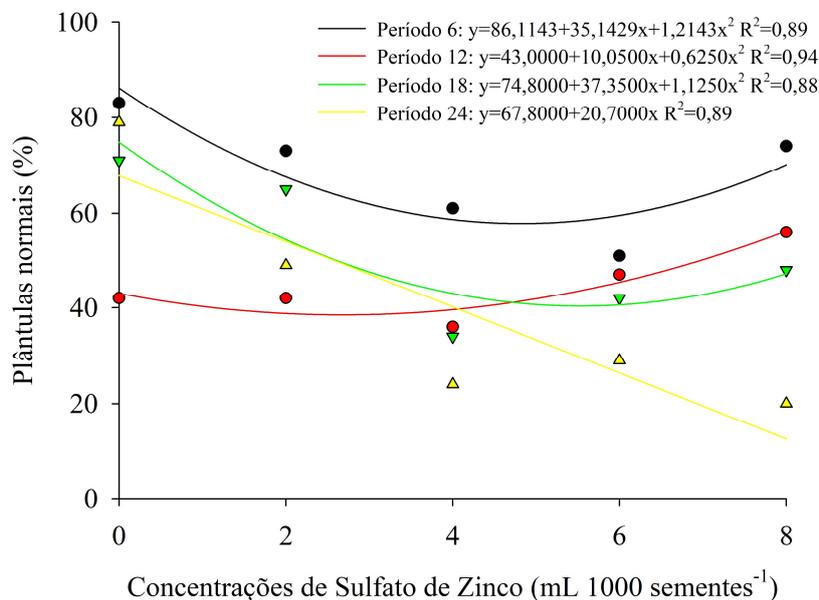


Figura 2. Plântulas normais de couve manteiga em função do período de embebição e diferentes concentrações de sulfato de zinco.

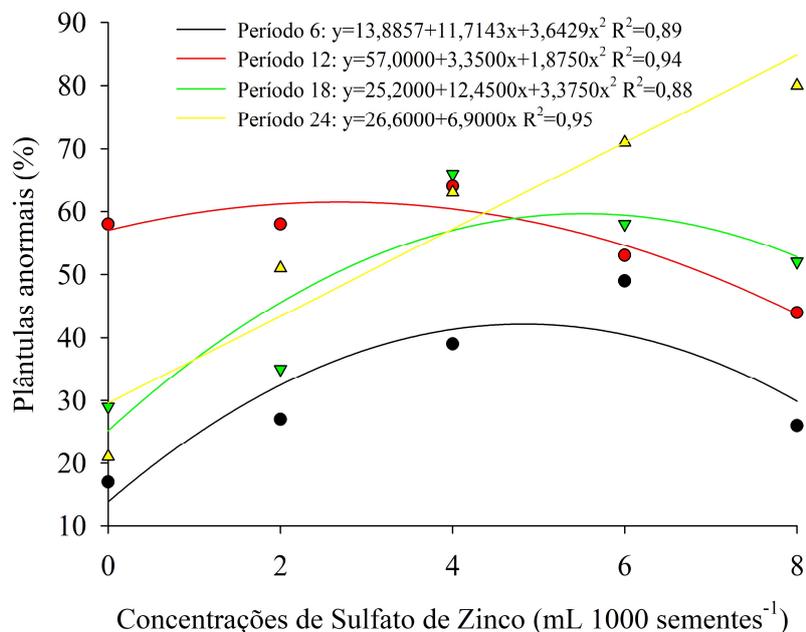


Figura 3. Plântulas anormais de couve manteiga em função do período de embebição e diferentes concentrações de sulfato de zinco.

Amaro et al. (2019) ao estudarem a qualidade fisiológica de sementes de crambe, verificaram que a aplicação do zinco ocasionou algum efeito fitotóxico durante o período em que as sementes ficaram imersas nas diversas concentrações, com comprometimento do eixo embrionário e sua atividade fisiológica, retardando a histodiferenciação dos tecidos meristemáticos em epicótilo e radícula, e em consequência reduziu a velocidade de germinação.

Deste modo, concentrações altas e associadas ao aumento do período de imersão das sementes ao mineral zinco, levam a toxicidade pelo nutriente, porque as sementes não apresentam aparato eficaz para impedir a absorção excedente deste elemento quando encontrado em altas concentrações. Dentro deste contexto, Guirra et al. (2015) ao utilizarem sulfato de zinco em sementes de tomateiro, verificaram que as dosagens de 10, 15 e 20% foram tóxicas, prejudicando a germinação e o desenvolvimento das plântulas. Em espécies hortícolas como o melão – *Cucumis melo* var. Inodorus e berinjela – *Solanum melongena* L., a qualidade fisiológica das sementes foi comprometida pelo aumento da concentração de sais no meio (VÉRAS et al., 2017).

O comprimento de plântula apresentou função quadrática no ajuste da regressão, para o fator isolado concentração do micronutriente zinco, em que, com o aumento da concentração de zinco até 6 mL 1000 sementes⁻¹, o comprimento de plântulas da couve manteiga reduziu consideravelmente (25%), quando comparado com o tratamento controle (concentração 0) (Figura 4).

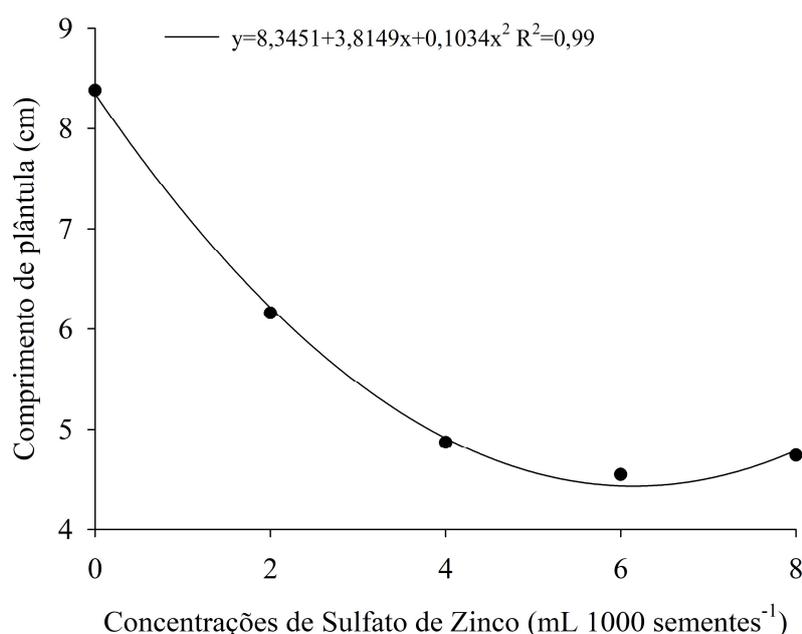


Figura 4. Regressão para o comprimento de plântula de couve manteiga em função das concentrações de zinco.

Possivelmente, as respostas negativas encontradas com o aumento consecutivo das concentrações do PCBSZ sobre o comprimento de plântulas, deve-se a composição salina dos fertilizantes usados como fonte de micronutrientes, pois, os sais interferem diretamente sobre os potenciais hídrico e osmótico do meio onde as sementes estão germinando. A presença de sais dificulta a absorção de água pelo tegumento, devido ao gradiente de potencial hídrico entre a semente e o ambiente externo, resultando na interferência direta sobre o desenvolvimento inicial da plântula (LOPES e MACEDO, 2008).

A origem salina da fonte do micronutriente utilizado na embebição das sementes ocasiona redução na turgescência dos tecidos internos, e como consequência, a ocorrência de distúrbios fisiológicos, que resultam na

germinação de plântulas danificadas (nanismo), deformadas ou deterioradas, que não possuem potencial para continuar o seu desenvolvimento. Xavier et al. (2016) ao estudarem o potencial fisiológico de sementes de *Stylosanthes spp* revestidas com zinco e boro, verificaram que o recobrimento com esses micronutrientes reduziu a germinação e o vigor das sementes, corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa.

O excesso de Zn pode ainda reduzir a capacidade de enraizamento e até mesmo causar clorose foliar (CASTIGLIONE et al., 2007), o que contribui para a inibição do crescimento das plântulas (GIROTTO et al., 2013). Além disso, a toxicidade de Zn pode afetar negativamente a permeabilidade da membrana, a cadeia de transporte de elétrons e a absorção e translocação de nutrientes (WANG et al., 2009).

Concisamente, os maiores períodos de embebição, influenciaram negativamente sobre os parâmetros fisiológicos das sementes de couve manteiga, ressaltando o período de 6 horas, que se mostrou mais adequado para o desenvolvimento inicial das plântulas. O sulfato de zinco, em suas maiores concentrações, interfere negativamente tanto na germinação das sementes, como no comprimento das plântulas.

CONCLUSÃO

O período de 6 horas de embebição mostrou-se mais adequado para o desenvolvimento inicial das plântulas.

O hidrocondicionamento atrelado as maiores concentrações do produto comercial a base de sulfato de zinco, interferiu negativamente na germinação das sementes e comprimento das plântulas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.G.; BRANDÃO, A.S.; ROSSETTO, C.A.V. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de trepoço branco tratadas com micronutrientes. **Ciência Rural**, v.45, p.612-618, 2015.
- AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; FIGUEIREDO, J.C.; CANGUSSÚ, L.V.S.; SILVA, M.B.O. Qualidade fisiológica de sementes de crambe tratadas com zinco e molibdênio. **Colloquium Agrariae**, v.15, p.133-139, 2019.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FUNESP, 2015. 396p.
- BASRA, S.M.A.; FAROOQ, M.; TABASSAM, R.; AHMAD, N. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, v.33, p.623-628, 2005.
- BISOGNIN, M.B.; KULCZYNSKI, S.M.; FERRARI, M.; GAVIRAGHI, R.; PELEGRIN, A.J.; SOUZA, V.Q. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, p.349-359, 2016.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa/ACS. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/arquivos-publicacoes>.
- BROADLEY, M.; BROWN, P.; CAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Functions of nutrients: Micronutrients. In: MARSCHNER P. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2012. p.191-248.

CARDOSO, A.I.I.; CLAUDIO, M.T.R.; MAGRO, F.O.; FREITAS, P.G.N. Phosphate fertilization on production and quality of cauliflower seeds. **Ciência Rural**, v.46, p.1337-1343, 2016.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTIGLIONE, S.; FRANCHIN, C.; FOSSATI, T.; LINGUA, G.; TORRIGIANI, P.; BIONDI, S. High zinc concentrations reduce rooting capacity and alter metallothionein gene expression in white poplar (*Populus alba* cv. Villafranca). **Chemosphere**, v.67, p.1117-1126, 2007.

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Teste de vigor avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, v.39, p.2402-2408, 2009.

CUNHA, S.G.S.; DAVID, A.M.S.S.; AMARO, H.T.R.; ALVES, D.D.; PORTO, E.M.V. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. **Revista Agrarian**, v.8, p.351-357, 2015.

DIAS, L.B.X.; QUEIROZ, P.A.M.; FERREIRA, L.B.S.; SANTOS, W.V.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, P.P.; NASCIMENTO, W.M.; LEÃO-ARAÚJO, E.F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14 p.1-8, 2019.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; WAHID, A.; KHALIQ, A.; KOBAYASHI, N. Rice seed invigoration: a review. In: LICHT, F.E. (Ed.). **Sustainable agriculture reviews**. The Netherlands: Springer, 2009. p.137-175.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa, 2013. 421p.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; ROSSATO, L.V.; FARIAS, J.G.; TIECHER, T.L.; CONTI, L.; SCHMATZ, R.; BRUNETTO, G.; SCHETINGER, M.R.C.; NICOLOSO, F.T. Triggered antioxidant defense mechanism in maize grown in soil with accumulation of Cu and Zn due to intensive application of pig slurry. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.93, p.145-155, 2013.

GUIRRA, K.S.; SILVA, J.E.S.B.; SILVA, G.C.S.B.; DANTAS, B.F.; ARAGÃO, C.A. Germinação de sementes de tomateiro tratadas com fontes de ferro e zinco para biofortificação agrônômica. **Scientia Plena**, v.11, p.1-7, 2019.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, p.79-85, 2008.

LUENGO, R.F.A.; BUTRUILLE, N.M.S.; MELO, R.A.C.; SILVA, J.; MALDONADE, I.R.; COSTA JÚNIOR, A.D. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, p.1-9, 2018.

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

OLIVEIRA, L.M.; SCHUCH, L.O.B.; ALCÂNTARA BRUNO, R.L.; PESKE, S.T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.1263-1276, 2015.

PINHEIRO, D.T.; SILVA, A.L.; SILVA, L.J.; SEKITA, M.C.; DIAS, D.C.F.S. Germination and antioxidant action in melon seeds exposed to salt stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.336-342, 2016.

ROCHA, M.E.L.; COUTINHO, P.W.R.; ABADE, M.T.R.; INAGAKI, A.M.; CADORIN, D.A.; HOEPERS, L.M.L. Morfofisiologia de plantas de couve manteiga sob concentrações de húmus líquido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, p.438-443.

SYSTAT SOFTWARE. Inc. For windows, version 10.0. SigmaPlot, Chicago, Illinois. 2006.

VÉRAS, M.L.M.; MELO FILHO, J.S.; ALVES, L.S.; SILVA, T.I.; GONÇALVES, A.C.M.; DIAS, T.J. Water salinity and bovine biofertilizer in the production of eggplant. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, p.1986-1997, 2017.

WANG, C.; ZHANG, S.H.; WANG, P.F.; HOU, J.; ZHANG, W.J.; LI, W.; LIN, Z.P. The effect do excess Zn on mineral nutrition and antioxidative response in rapeseed seedlings. **Chemosphere**, v.75, p.1468-1476, 2009.

XAVIER, P.B.; VIEIRA, H.D.; AMORIM, M.M. Physiological potential of *Stylosanthes spp.* seeds cv. Campo Grande in response to coating with zinc and boron. **Journal of Seed Science**, v.38, p.314-321, 2016.