

## PADRÃO DE HIDRATAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE CHIA

K. V. KARNOPP<sup>1</sup>, R. P. BORTOLOTTO<sup>2</sup>, J. KOEFENDER<sup>3</sup>, J. F. ZAMBERLAN<sup>4</sup>, R. F. DOS S. SALAZAR<sup>5</sup>, J. N. CAMERA<sup>6</sup>, K. M. SOUTO<sup>7</sup>, A. SCHOFFEL<sup>8</sup>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha<sup>1</sup>, Universidade de Cruz Alta<sup>2,3,6,8</sup>, Agro Urbis<sup>4</sup>, Universidade de Passo Fundo<sup>5</sup>, Agrum Agrotecnologias Integradas Ltda<sup>7</sup>  
<https://orcid.org/0000-0003-3970-0066><sup>1</sup>  
klaus.karnopp@sou.unicruz.edu.br <sup>1</sup>

Submetido 04/06/2020 - Aceito 21/02/2022

DOI: 10.15628/holos.2022.10334

## RESUMO

O padrão de hidratação associado à qualidade fisiológica das sementes pode ser um indicativo para avaliação da qualidade do lote. O objetivo foi verificar a relação existente entre o comportamento da curva de hidratação de sementes de chia e sua qualidade fisiológica. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Foram utilizadas sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) divididas em quatro lotes de diferentes qualidades fisiológicas, diferenciados pelos

envelhecimentos artificiais por diferentes períodos, inicialmente submetidos a testes para caracterizar o potencial fisiológico dos lotes: germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem terra, curva de hidratação. A qualidade fisiológica afeta o teor de água absorvido pelas sementes de chia durante a hidratação. Sementes de chia com maior vigor apresentam menor velocidade de hidratação. O teste a frio não foi eficiente para diferenciar a qualidade dos lotes de sementes de chia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vigor, grau de umidade, *Salvia hispanica*.

## BEHAVIOR OF HYDRATION AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CHIA SEEDS

## ABSTRACT

The objective of this study was to assess the relationship between the behavior of the hydration curve of chia seeds and physiological lot quality. The experiment was arranged in a completely randomized design and conducted at the Seed Research Laboratory of the Alto Jacuí Technological Innovation Center, belonging to the University of Cruz Alta - RS. Seeds of chia (*Salvia hispanica* L.) were separated into four lots of different physiological qualities, differentiated by artificial aging for different periods. Initially, the seeds were subjected to tests to characterize the physiological potential of the lots: germination, first germination count, accelerated aging, cold test (without soil), hydration curve. The

experimental data were analyzed by analysis of variance, and means were compared by the Tukey test at 5% ( $p < 0,05$ ). Polynomial regression analysis and analysis of the significance level between seed moisture and different times within a 24 hour interval were performed to determine the different hydration curves. It was concluded that physiological quality affects the water content of chia seeds during hydration, with the less vigorous seeds showing a higher hydration rate and moisture level than more vigorous seeds. The cold test was not efficient to differentiate the quality of chia seed lots.

**KEYWORDS:** Vigor, degree of humidity, *Salvia hispanica*.



## 1 INTRODUÇÃO

A chia (*Salvia hispanica* L.) pertencente à família Lamiaceae, tem despertado grande interesse para a utilização de suas sementes em dietas devido à composição proteica e elementos antioxidantes (Simon et al., 2017). É fonte natural de ácidos graxos ômega-3, fibras e proteínas, além de outros componentes nutricionais importantes, como os antioxidantes (Coelho & Salas-Mellado, 2014).

A chia é cultivada na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Peru e Argentina (Busilacchi et al., 2013). No Brasil, o cultivo concentra-se no oeste paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul, porém, ressalta-se que há escassez de informações sobre as exigências nutricionais da planta (Migliavacca et al., 2014; Wojahn et al., 2018). Nesse contexto, merece destaque o estudo do processo germinativo e a padronização de testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de chia (Stefanello et al., 2015; Radke et al., 2018).

O processo de hidratação é caracterizado, inicialmente, pela rápida absorção de água e pelo aumento do potencial hídrico do embrião, seguido da redução acentuada na velocidade de hidratação (Villela et al., 2003) e finalizando com a ocorrência da emissão da radícula (Nonogaki et al., 2010). No decorrer da fase inicial do processo de germinação das sementes, ocorre a promoção da atividade de mecanismos de reparo das membranas, de ácidos nucleicos e de outras macromoléculas, cujas membranas se reorganizam restabelecendo a permeabilidade seletiva (Marcos Filho, 2015).

Assim, para que uma semente complete a germinação, é necessário que alcance o teor de água suficiente para que ocorra a ativação das reações químicas relacionadas ao metabolismo, com consequente expansão radicular. Nesse sentido, tratamentos pré-germinativos que utilizam meios com restrição hídrica ou embebição controlada das sementes em água têm sido usados, visando aumentar a uniformidade e a velocidade da germinação dos lotes (Schwember & Bradford, 2010).

A absorção de água resulta na reidratação dos tecidos com a consequente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários à retomada de crescimento do eixo embrionário (Rego et al., 2011). A curva de hidratação de sementes é capaz de classificar lotes de sementes em função de sua qualidade fisiológica (Bortolotto et al., 2008; Wrasse et al., 2009).

A rapidez da reorganização do sistema de membranas reflete o vigor das sementes (Carvalho et al., 2009), assim, temperaturas baixas e embebição rápida de sementes secas favorecem as perdas no vigor (Zucareli et al., 2008), fenômeno também conhecido como dano por embebição (Costa et al., 2008).

Para avaliar a qualidade das sementes de determinado lote em laboratório, é necessário dispor de um padrão de germinação para a espécie, pois cada espécie apresenta sementes com características próprias quanto ao comportamento fisiológico e germinativo (Wielewicki et al.,



2006). Dessa forma, pesquisas que contribuam para a geração de informações técnicas para diferentes espécies, bem como, métodos para padronização dos testes de vigor e germinação são essenciais (Abdo & Paula, 2006). Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi verificar a relação entre o comportamento da curva de hidratação de sementes de chia e a qualidade fisiológica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Sementes pertencente ao Polo de Inovação Tecnológica do Alto Jacuí da Universidade de Cruz Alta. Foram utilizadas sementes de chia divididas em quatro lotes com diferentes qualidades fisiológicas, diferenciados pelos envelhecimentos artificiais por diferentes períodos. Para a obtenção dos lotes por meio do envelhecimento artificial, as sementes foram acondicionadas em bandejas de fundo metálico telado e envelhecidas em câmara de envelhecimento acelerado por períodos de zero, 12, 24 e 36 horas (lotes 1, 2, 3 e 4, respectivamente), na temperatura de 41 °C e umidade relativa de 100%.

A avaliação da qualidade dos lotes foi determinada por meio da avaliação de cinco parâmetros fisiológicos (Germinação; Primeira Contagem de Germinação; Teste de Envelhecimento Acelerado; Teste de Frio sem Terra; Curva de Hidratação). Cada procedimento está descrito a seguir:

Germinação (1): utilizaram-se quatro repetições de 100 sementes para cada lote, distribuídas em caixas plásticas (gerbox), sobre três folhas de papel toalha umedecidas com água 2,5 vezes a massa do substrato seco, mantidas em germinador regulado a 25 °C. As avaliações foram realizadas aos sete e aos 14 dias, após o início do teste, para o gênero *Salvia* conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação (2): realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais, após sete dias da instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de envelhecimento acelerado (3): as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas (minicâmaras) de 11 x 11 x 3 cm, com bandeja telada e tampa. Após a adição de 40 mL de água destilada nas caixas, foram distribuídas uniformemente 600 sementes de cada um dos lotes sobre a tela e, então as caixas foram fechadas e levadas à estufa a 41 °C, durante 96 horas (AOSA, 1983). Após este período, instalou-se o teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo a avaliação realizada no sétimo dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio sem terra (4): foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes para cada lote, distribuídas em caixas plásticas (gerbox), sobre três folhas de papel toalha umedecidas com água 2,5 vezes a massa do substrato seco. As caixas plásticas foram colocadas no interior de sacos plásticos, vedados com fita adesiva e mantidos em câmara regulada a 10 °C durante sete dias. Após este período, caixas plásticas foram transferidas para um germinador à temperatura de 25



°C, onde permaneceram por mais sete dias, de acordo com a descrição de Cícero e Vieira (1994). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Curva de hidratação (5): uma amostra de 200 g de cada lote foi colocada em papel umedecido e mantida a 25 °C. Determinou-se a umidade de cada amostra em estufa a 105 °C ± 3 °C, conforme RAS (Brasil, 2009). . A cada três horas, durante 24 horas, quatro repetições de 5 g foram retiradas do papel toalha, para determinação da curva de hidratação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). A variável germinação e suas derivações usadas foram transformadas em arco seno  $(X/100)^{1/2}$ . Foi realizada análise de regressão polinomial entre a umidade das sementes e os diferentes tempos no intervalo de 24 horas para determinação das diferentes curvas de hidratação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de germinação revelou diferenças entre os lotes de sementes de chia. O menor poder germinativo foi observado no T36 e no T0 ocorreu a maior porcentagem de germinação de plântulas normais aos 14 dias (Tabela 1). O teste de primeira contagem da germinação, que serve como indicativo do vigor dos lotes de semente apresentou resultado semelhante ao teste de germinação e classificou o lote T0 como superior.

**Tabela 1: Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio sem terra (TF), de quatro lotes de sementes de diferentes qualidades fisiológicas, diferenciados pelo envelhecimento artificial por diferentes períodos.**

Lotes	G	PC	EA	TF
	----- % -----			
T 0 horas	90,00 a*	87,50 a	69,00 a	80,75 a
T 12 horas	88,50 ab	85,00 ab	53,75 b	82,75 a
T 24 horas	86,75 ab	83,75 ab	53,25 b	78,75 a
T 36 horas	83,75 b	81,75 b	48,75 b	69,75 b
CV (%)	3,21	3,26	3,44	3,69

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Observa-se na Tabela 1, que o teste de envelhecimento acelerado detectou diferença na qualidade dos lotes, onde o tratamento sem aplicação artificial de envelhecimento foi superior aos demais. O mesmo não aconteceu para o teste de frio, em que a diferença na qualidade dos lotes foi semelhante ao teste de germinação e primeira contagem. Este resultado indica que o teste de frio não foi eficiente na diferenciação da qualidade dos lotes de sementes de chia.

A Figura 1 representa as curvas de hidratação dos quatro lotes de sementes de chia, onde todas foram significativas em 1% de probabilidade. Os teores iniciais de água dos lotes foram, respectivamente, para os lotes T0, T12, T24 e T36: 4,95; 15,80; 17,40 e 20,40%. Após o período de 3 horas, os lotes T12, T24 e T36 alcançaram teor de umidade de aproximadamente 60% e esse teor de umidade foi superior em 20% em relação ao T0. Com o aumento do período, esta



diferença entre a hidratação dos lotes diminuiu gradativamente, e após o período de 9 horas chegou a menos de 10%, com valores de hidratação entre 61,30 e 63,30% os lotes T12, T24, T36 e para o lote T0 o valor foi de 56,5%. Após este período, a diferença entre o padrão de hidratação se manteve estável até às 24 horas. Os teores finais de água dos lotes T0, T12, T24 e T36 foram: 60,40; 62,80; 64,50 e 65,70%. Este resultado serve como indicativo de que lotes de sementes de chia que apresentaram maior velocidade de hidratação são aqueles que têm menor vigor, principalmente quando observados os resultados até a sexta hora após a hidratação. Isso ficou evidenciado no lote T0, que não recebeu tratamento de envelhecimento artificial e apresentou maior vigor em comparação com os demais lotes de sementes avaliados, dada a menor velocidade de hidratação do lote de sementes e, conseqüentemente, pela menor deterioração das sementes neste lote.

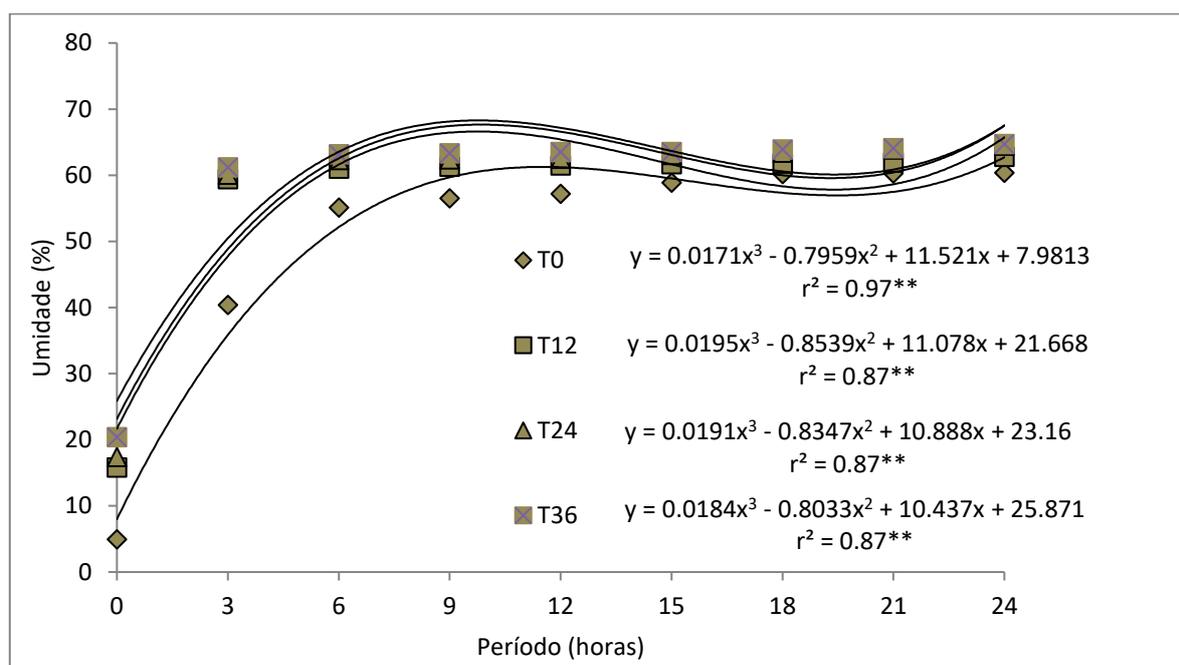


Figure 1: Curva de hidratação de quatro lotes de sementes de diferentes qualidades fisiológicas, diferenciados pelo envelhecimento artificial por diferentes períodos (zero, 12, 24 e 36 horas).

Em estudo com a cultura da canola, Amaral (2010) verificou que a qualidade fisiológica influencia o teor de água absorvido pelas sementes durante a hidratação. As sementes de menor vigor apresentaram maior velocidade de hidratação e teor de água até 15 horas após a hidratação quando comparadas com sementes de maior vigor. Na presente pesquisa, as curvas de padrão de hidratação foram similares para os T12, T24 e T36, indicando que o aumento do período de tempo do envelhecimento artificial ocasionou a deterioração nos diferentes lotes de sementes avaliados e o conseqüente aumento na velocidade de absorção de água. Nesse sentido, Marcos Filho (2015) enfatizou a importância da uniformização do grau de umidade das sementes, uma vez que a variação da umidade pode afetar os resultados dos testes de qualidade de sementes. Apesar disso, vale salientar que a diferença na velocidade de absorção de água entre os lotes deve-se ao

grau de deterioração das sementes nos diferentes lotes e a deterioração foi superior nos lotes T12, T24 e T36.

Esses resultados são semelhantes àqueles observados em outras culturas como soja (Rocha et al., 1984; Rossetto et al., 1995; Beckert & Silva, 2002) e teosinto (Motta, 2002), em que os autores indicaram que as sementes de menor vigor absorvem maior percentual de água nas primeiras horas de hidratação, pois as membranas celulares deterioradas são mais permeáveis à entrada de água.

Por outro lado, em outro estudo realizado por Bortolotto et al. (2008) e Wrasse et al. (2009), o comportamento foi o inverso, ou seja, sementes de menor vigor apresentaram menor velocidade de hidratação e grau de umidade, comparativamente às sementes de maior vigor. Os autores citam que nas sementes de arroz, as glumelas tem influência na velocidade de hidratação. A água e o oxigênio que ultrapassam a barreira da casca são aproveitados pelo metabolismo mais eficiente das sementes vigorosas, sendo que esse metabolismo exige quantidade superior de água, resultando na maior velocidade de hidratação com padrões mais elevados nas primeiras horas. Estes resultados demonstram que há variabilidade entre espécies em relação a velocidade de hidratação e o vigor em sementes de espécies cultivadas, principalmente devido as características morfológicas que podem influenciar a velocidade de hidratação das sementes.

#### 4 CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica afeta o teor de água absorvido pelas sementes de chia durante a hidratação.

Sementes de chia com maior vigor apresentam menor velocidade de hidratação.

O teste a frio não foi eficiente para diferenciar a qualidade dos lotes de sementes de chia.

#### 5 REFERÊNCIAS

- Abdo, M., & Paula, R. (2006). Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* - Spreng - Euphorbiaceae). *Revista Brasileira De Sementes*, 28(3), 135-140. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222006000300020>.
- Amaral, A.D. (2010). Qualidade de sementes de canola classificadas por densidade em diferentes condições de déficit hídrico e de profundidade de semeadura. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 61p.
- AOSA - Association of Official Seed Analysts. (1983). Seed vigour testing handbook. Lincoln: East Lansing. 88p. (Contribution 32).
- Beckert, O.P., & Silva, W.R. (2002). O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. *Bragantia*, Campinas, 61(1), 61-69.



- Bortolotto, R., Menezes, N., Garcia, D., & Mattioni, N. (2008). Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. *Bragantia*, 67(4), 991-996. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052008000400023>.
- Brasil. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 395p.
- Busilacchi, H., Quiroga, M., Bueno, M., Di Sapio, O., Flores, V., & Severin, C. (2013). Evaluacion de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). *Cultivos Tropicales*, 34(4), 55-59.
- Carvalho, L., Sedyama, C., Reis, M., Dias, D., & Moreira, M. (2009). Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. *Revista Brasileira De Sementes*, 31(1), 9-17. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222009000100001>.
- Cícero, S.M., & Vieira, R.D. (1994). Teste de frio. In: Vieira RD, Carvalho NM. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP. p.151-164.
- Coelho, M.S., & Salas-Mellado, M.M. (2014) Review: Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds in foods. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(4), 259-268. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1814>.
- Costa, C., Villela, F., Bertocello, M., Tillmann, M., & Menezes, N. (2008). Expressão de isoenzimas após a pré-hidratação de sementes de ervilha. *Revista Brasileira De Sementes*, 30(3), 130-138. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222008000300017>.
- Marcos Filho, J. (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p.
- Migliavacca, R.A., Silva, T.R.B., Vasconcelos, A.L.S., Mourão Filho, W., & Baptistella, J.L.C. (2014). O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. *Journal of Agronomic Sciences*, 3, 161-179.
- Motta, A.D. (2002). Hidratação, condutividade elétrica e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de teosinto. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 49p.
- Nonogaki, H., Bassel, G.W., & Bewley, J.D. (2010). Germination-Still a mystery. *Plant Science*, 179, 574-581.
- Radke, A.K., Xavier, F.M., Eberhardt, P.E.R., Villela, F.A., & Meneghello, G.E. (2018). Methodological adjustment of the accelerated aging test to evaluate the vigor of chia seeds. *Journal of Seed Science*, 40(2), 173-178. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v40n2188348>.
- Rego, S., Ferreira, M., Nogueira, A., Grossi, F., Souza, R. & Brondani, G., Araujo, M.A. & Silva, A.L.L. (2011). Water and Salt Stress in the Germination of *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan Seeds. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(4), 37-42.



- Rocha, V.S., Sedyama, T., Da Silva, R.F. da, Sedyama, C.S., & Thiébaud, J.T.L. (1984). Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 6(2), 51-66.
- Rossetto, C.A.V., Fernandez, E.M., & Filho, J.M. (1995). Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2), 171-178.
- Schwember, A., & Bradford, K. (2010). A genetic locus and gene expression patterns associated with the priming effect on lettuce seed germination at elevated temperatures. *Plant Molecular Biology*, 73(1-2), 105-118. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11103-009-9591-x>.
- Simon, C.A., Mattos Sorana, C.K.P., & Zaratín Alves, C.Z. (2017). Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de Chia. *Revista de Ciências Agroambientais*, 15(1), 62-66.
- Stefanello, R., Neves, L.A.S., Abbad, M.A.B., & Viana, B.B. (2015). Germinação e vigor de sementes de chia (*Salvia hispanica* L. - Lamiaceae) sob diferentes temperaturas e condições de luz. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17, 1182-1186.
- Villela, F., Marcos Filho, J., & Novembre, A. (2003). Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. *Revista Brasileira De Sementes*, 25(1), 95-100. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222003000100015>.
- Wielewicki, A., Leonhardt, C., Schlindwein, G., & Medeiros, A. (2006). Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. *Revista Brasileira De Sementes*, 28(3), 191-197. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222006000300027>.
- Wojahn, R.E., Bortolotto, R.P., Zamberlan, J.F., Koefender, J., Tragnago, J.L., Camera, J.N., Pasini, M.P.B., Salazar, R.F.S., & Damiani, F. (2018) Agronomic feasibility of growing chia in northwestern Rio Grande do Sul. *Holos*, 3, 112-122. Doi: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2018.6961>.
- Wrasse, C.F., Menezes, N.L. de, Marchesan, E., Villela, F.A. & Bortolotto, R.P. (2009). Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. *Científica: revista de agronomia*, 37, 107-114.
- Zucareli, C., Cavariani, C., Portugal, G., & Nakagawa, J. (2008). Potencial fisiológico de sementes de milho hidratadas pelo método do substrato de papel toalha. *Revista Brasileira De Sementes*, 30(3):122-129. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222008000300016>.

#### COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Karnopp, K. V., Bortolotto, R. P., Koefender, J., Zamberlan, J. F., Salazar, R. F. dos S., Camera, J. N., Souto, K. M., & Schoffel, A. (2022). PADRÃO DE HIDRATAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE CHIA. *HOLOS*, 4. Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10334>



**SOBRE OS AUTORES****K. V. KARNOPP**

Engenheiro Agrônomo, Mestre. E-mail: [klaus.karnopp@sou.unicruz.edu.br](mailto:klaus.karnopp@sou.unicruz.edu.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3970-0066>

**R. P. BORTOLOTTO**

Engenheiro Agrônomo, Doutor. E-mail: [rafaelpbortolotto@gmail.com](mailto:rafaelpbortolotto@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2102-2471>

**J. KOEFENDER**

Engenheira Agrônoma, Doutora. E-mail: [jkoefender@unicruz.edu.br](mailto:jkoefender@unicruz.edu.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5882-9669>

**J. F. ZAMBERLAN**

Engenheiro Agrônomo, Doutor. E-mail: [jfzamberlan@unicruz.edu.br](mailto:jfzamberlan@unicruz.edu.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1707-2580>

**R. F. DOS S. SALAZAR**

Engenharia bioquímica, Doutor. E-mail: [r.f.s.salazar@gmail.com](mailto:r.f.s.salazar@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5808-4321>

**J. N. CAMERA**

Engenheira Agrônoma, Doutora. E-mail: [jcamera@unicruz.edu.br](mailto:jcamera@unicruz.edu.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7182-5788>

**K. M. SOUTO**

Engenheira Agrônoma, Doutora. E-mail: [kelenmuller85@gmail.com](mailto:kelenmuller85@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1458-4364>

**A. SCHOFFEL**

Engenheiro Agrônomo, Doutor. E-mail: [aschoffel@unicruz.edu.br](mailto:aschoffel@unicruz.edu.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2501-4834>



**Editor(a) Responsável:** Anísia Karla de Lima Galvão

**Pareceristas *Ad Hoc*:** Francisco José Carvalho Moreira e Angela Maria da Silva Mendes



**Recebido** 04 de junho de 2020

**Aceito:** 21 de fevereiro de 2022

**Publicado:** 28 de dezembro de 2022

