



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

EUDILENE FERREIRA DA SILVA

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM SILÍCIO

URUÇUÍ

2021

EUDILENE FERREIRA DA SILVA

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM SILÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Uruçuí*.

Orientador: Prof. Me. Wallace de Sousa Leite.
Coorientador: Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz.

URUÇUI

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Eudilene Ferreira da
S586g Germinação e vigor de sementes de soja tratadas com silício / Eudilene
Ferreira da Silva. - 2021.
12 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto
Federal do Piauí, Campus Uruçuí, 2021.

Orientador : Prof. Me. Wallace de Sousa Leite.

Coorientador : Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz .

1. Sementes de soja - germinação. 2. Sementes de soja - vigor. 3. Silicato
de potássio. I. Título.

CDD - 631

Elaborado por Aldeide Costa dos Santos Sousa CRB 3/1423

EUDILENE FERREIRA DA SILVA

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM SILÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Uruçuí*.

Aprovada em: 21/12/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Wallace de Sousa Leite (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz (Coorientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Eduardo Magno Pereira da Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Vinícius Ribamar Alencar Macedo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM SILÍCIO

Eudilene Ferreira da Silva*

Wallace de Sousa Leite**

Fábio Oliveira Diniz**

RESUMO

O tratamento de sementes de soja com silício (Si) vem sendo proposto como uma ferramenta capaz de promover uma série de efeitos agrônômicos benéficos às mesmas e às plantas, mantendo ou melhorando o seu desempenho. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a germinação e o vigor de sementes de soja tratadas com silício. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Uruçuí. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes doses de silício (2; 4 e 8 mM) e a testemunha foi tratada apenas com água destilada. A calda foi aplicada em sacos plásticos (3 L) e espalhada internamente promovendo o contato com as sementes. Agitou-se o conjunto por três minutos e realizou-se a secagem em condição ambiente por 24 horas. As variáveis analisadas foram germinação, primeira contagem de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz, e massa da parte aérea e da raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Build 75). A aplicação de silício interferiu sobre a primeira de germinação e no crescimento da raiz. Concluiu-se que o tratamento de sementes de soja com silício influencia positivamente na primeira contagem de germinação e comprimento de raiz nas concentrações de 2 mM e 4 mM.

Palavras-chave: Parâmetros de Crescimento. Silicato de potássio. Potencial Fisiológico.

ABSTRACT

GERMINATION AND VIGOR OF SILICON TREATED SOYBEAN SEEDS

The treatment of soybean seeds with silicon (Si) has been proposed as a tool capable of promoting a series of beneficial agronomic effects to them and to the plants,

* Graduanda em Bacharelado em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI Campus Uruçuí. E-mail: feudilene@gmail.com

* Docente Dr. Orientador. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí. E-mail: wallace.leite@ifpi.edu.br

* Docente Dr. Orientador. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí. E-mail: fabio.diniz@ifpi.edu.br

maintaining or improving their performance. In this sense, the aim of this study was to evaluate the germination and vigor of soybean seeds treated with silicon. The experiment was carried out at the Agricultural Laboratory of the Federal Institute of Piauí (IFPI) – Campus Uruçuí. A completely randomized design with four replications was used. The treatments consisted of using different doses of silicon (2, 4 and 8 mM) and the control was treated only with distilled water. The syrup was applied in plastic bags (3 L) and spread internally, promoting contact with the seeds. The whole was shaken for 3 minutes and drying was carried out under ambient conditions for 24 hours. The variables analyzed were germination, first germination count, shoot and root length, and shoot and root mass. The data obtained were subjected to analysis of variance by the “F” test and the means were compared by the Tukey test at 5% probability, using the statistical program SISVAR version 5.3 (Build 75). Only the first germination count and root growth variables were statistically significant for the silicon doses. It was concluded that the treatment of soybean seeds with silicon positively influences the first germination count and root length at concentrations of 2 mM and 4 mM.

Keywords: Growth Parameters. Potassium silicate. Physiological Potential.

DATA DE SUBMISSÃO E APROVAÇÃO: xx/xx/2020

IDENTIFICAÇÃO E DISPONIBILIDADE: TCC: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/>

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a principal cultura cultivada é a soja (*Glycine max* L. Merrill) ocupando a área de 38,5 milhões de hectares. Na safra 2020/21, a cultura apresentou um crescimento de 4,3% em relação à safra anterior, cuja estimativa de produção foi de 136 milhões de toneladas (aproximadamente) e produtividade de 3.527 kg por hectare (CONAB, 2021).

Nesse sentido, nos atuais sistemas produtivos, o uso de sementes de soja de alta qualidade é fundamental para a implantação de uma lavoura com o estande de plantas ideal. A utilização dessas sementes possibilita o maior desenvolvimento das plantas, melhor crescimento inicial, eficiência metabólica, área foliar, maior acúmulo de massa seca e elevadas produtividades (KOLCHINSKI et al., 2005).

Nesse sentido, a Tecnologia de Sementes tem como um dos objetivos desenvolver alternativas viáveis para melhorar o desempenho das mesmas no campo, por meio de tratamentos e substâncias que mantenham ou melhorem o seu desempenho, a fim de expressarem todo o potencial genético (VIGANO et al., 2010; TOLEDO et al., 2011). Em resumo, o tratamento é caracterizado pela aplicação de defensivos, inoculantes, produtos biológicos ou micronutrientes (DARONCO, 2013).

O tratamento com silício (Si) vem sendo proposto como ferramenta para promoção de benefícios às sementes e às plantas. O Si é definido como um elemento benéfico às plantas, sendo que estudos têm demonstrado efeitos agrônômicos benéficos às culturas, tais como na soja (OLIVEIRA et al., 2013), no arroz (PEREIRA et al., 2004) e no sorgo (PINHEIRO, 2019), influenciando positivamente a qualidade fisiológica das sementes.

O tratamento de sementes de soja com silício pode disponibilizar este nutriente para absorção já nas fases iniciais de crescimento, além de contribuir no maior desenvolvimento da planta, aumento no número de vagens e na elevação do teor de matéria seca da parta aérea e das raízes (MARQUES et al., 2020).

Ademais, promove benefícios físicos e fisiológicos. Os primeiros estão ligados ao acúmulo de silício na parede celular, que promove maior rigidez estrutural dos tecidos, redução da perda de água e proteção física contra a ação de insetos e agentes fitopatogênicos. Os segundos contribuem para maior atividade fotossintética, maior tolerância ao acamamento, atenuação dos efeitos de estresses bióticos e abióticos (em especial o déficit hídrico) e resistência ao ataque de agentes patogênicos devido a formação de compostos, como fitoalexinas e lignina (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2007; RUFINO, 2010; TUNES et al., 2012; MARODIN et al., 2016).

Na cultura da soja, o Si tem sido administrado em adubações de semeadura ou cobertura, utilizando principalmente o Silicato de Cálcio e Magnésio. Todavia, estudos sobre o tratamento de sementes de soja com silício ainda são reduzidos na literatura. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a germinação e o vigor de sementes de soja tratadas com silício.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Uruçuí, localizado no município de Uruçuí, Sul do

estado do Piauí.

2.2 Caracterização e tratamentos das sementes

Foi utilizada a cultivar M8349IPRO de soja, grupo de maturação 8.3. A fonte de silício utilizada foi o silicato de potássio (produto comercial Sifol® - 12% de silício - Si e 15% de potássio - K⁺), nas doses 0; 2; 4 e 8 mM de silício. Para o tratamento das sementes foi executada a diluição do produto comercial em água destilada.

O tratamento das sementes foi realizado em sacos plásticos de 3 L. A calda foi aplicada no saco plástico e espalhada internamente, após isso acondicionou-se as sementes no interior do mesmo, e agitou-se o conjunto por três minutos. Posteriormente ao tratamento, as sementes foram secas em condições ambiente por 24 horas (NUNES, 2005). A testemunha foi tratada apenas com água destilada, seguindo a mesma metodologia.

O peso de mil sementes foi determinado por meio de contagem de oito repetições de 100 sementes. Em seguida, as sementes de cada repetição foram pesadas e a média geral multiplicada por 10, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo obtido o valor de 147,22 g.

Em relação ao teor de água nas sementes, foi determinado pelo método da estufa a $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se 2 repetições de cada parcela. Os resultados foram expressos em porcentagem média de cada parcela (BRASIL, 2009), cujo percentual foi de 10,4%.

2.3 Variáveis

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

Primeira contagem de germinação (PCG%): foi executada de forma conjunta com o teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais no quinto dia após o início do teste. Os resultados foram apresentados em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Germinação (G%): foram empregadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, dispostos sob três folhas de papel Germitest (umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco) e acondicionados em germinadores a temperatura constante de 25°C . A contagem foi realizada aos 8 dias após a germinação, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CPR): quatro amostras de 20 sementes de cada tratamento foram distribuídas na parte superior do papel (umedecido seguindo a metodologia do teste de germinação). Dispõe-se as sementes de forma que a micrópila ficou voltada para baixo. Acondicionou-se os rolos em sacos plásticos, posicionados de forma vertical no germinador a 25°C , por cinco dias. Após esse período, efetuou-se o comprimento da parte aérea e da raiz, com o auxílio de uma régua, de 10 plântulas normais de cada tratamento (selecionadas ao acaso). Os resultados foram expressos pela média das plântulas, em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

Massa seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR): usou-se as mesmas 10 plântulas do teste anterior. A parte aérea foi separada da raiz, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante (KRZYŻANOWSKI *et al.*, 1999). Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica (precisão de 0,001

g);

2.4 Delineamento experimental

Foi utilizado o Inteiramente Casualizado (DIC), empregando quatro concentrações de silício, com quatro repetições.

2.5 Análise estatística

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar® versão 5.3 (Build 75), (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para as variáveis está apresentada na Tabela 1. Observou-se que houve diferença significativa nas doses de silício apenas para a primeira contagem de germinação (PCG) e comprimento das raízes (CPR).

Tabela 1. Análise de variância para as doses de silício aplicadas em sementes de soja (cv. M8349IPRO). Analisou-se a primeira contagem de germinação (PCG),

FV	GL	QM					
		PCG	G	CPA	CPR	MSA	MSR
Dose	3	537.58*	56.91 ^{ns}	4.67 ^{ns}	7.78*	0.000013 ^{ns}	2.29 ^{ns}
Erro	12	86.58	34.58	2.02	1.54	0.000005	0.000002
CV (%)		11,33	6,5	14,2	8,0	7,3	10,7

germinação (G), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e da massa seca das raízes (MSR).

*significativo ao nível de 5% pelo teste F; ^{ns} não significativo; CV: coeficiente de variação.

Em relação à primeira contagem de germinação (Tabela 2) houve diferença significativa entre as doses de silício pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em que os tratamentos com 2 nM e 4 nM de silício proporcionaram maiores porcentagens na primeira contagem. Entretanto, o tratamento com 4 nM não se diferiu estatisticamente da testemunha e da dosagem com 8 nM.

Tabela 2 - Médias de porcentagens da primeira contagem de germinação (PCG) e germinação total (G) de sementes de soja (cv. M8349IPRO) tratadas com diferentes dosagens de silício.

Silício (mM)	PCG (%)	G (%)
0	74 b	89 a
2	98 a	98 a
4	84 ab	89 a

8	73 b	88 a
Média	82	90
CV (%)	11,3	6,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); CV: Coeficiente de variação.

Diferenciando desses resultados, Nascimento (2016) não relatou efeito significativo na primeira contagem, ao utilizar 6 diferentes doses de silício no tratamento de sementes de soja, com as cultivares NA 7490 RR e AS 3730 IPRO.

Para a variável germinação (Tabela 2) não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados, corroborando com os resultados encontrados em sementes de soja (COELHO, 2016), aveia branca (TOLEDO et al. 2011) e Brachiaria (SANTOS et al., 2010), tratadas com diferentes doses de silício.

As médias dos comprimentos da parte aérea (CPA), do comprimento de raiz (CPR), da massa seca da parte aérea (MSA) e da massa seca das raízes (MSR), em que apenas o CPR mostrou-se significativo estatisticamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias do comprimento da parte aérea (CPA), do comprimento das raízes (CPR), da massa seca da parte aérea (MSA) e da massa seca das raízes (MSR) de plântulas oriundas de sementes de soja (cv. M8349IPRO) tratadas com diferentes dosagens de silício.

Silício (mM)	CPA (cm)	CPR (cm)	MSA (g/plântula)	MSR (g/plântula)
0	11,2 a	14,2 b	0,032 a	0,012 a
2	10,4 a	14,3 ab	0,033 a	0,012 a
4	9,9 a	16,9 a	0,034 a	0,012 a
8	8,6 a	16,4 ab	0,030 a	0,012 a
Média	10,0	15,5	7,3	10,7
C.V (%)	14,2	8,0	0,032	0,012

Médias seguidas por mesmas letras na coluna não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); CV: Coeficiente de variação.

A variável comprimento de parte aérea (CPA) não demonstrou diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Corroborando com esses resultados, os tratamentos aplicados em sementes de soja (NASCIMENTO, 2016; MARQUES, 2020) e trigo (FONSECA, 2012), com diferentes doses de silício, não promoveram diferenças significativas para essa variável.

Já o comprimento da raiz (CPR) apresentou diferença estatística. O tratamento com 4 nM de silício possibilitou o maior comprimento radicular e se diferiu significativamente da testemunha; todavia, o tratamento com a dose 4 nM não apresentou diferença significativa em relação às doses 2 nM e 8 nM de silício.

Abdalla (2011) comenta que o tratamento com doses de silício influencia no maior desenvolvimento do sistema radicular, mas também afirma que outros fatores devem ser levados em consideração, como o potencial genético das cultivares e as condições ambientais.

Resultados semelhantes foram relatados por Sousa (2017), em que houve efeito significativo das doses de silício aplicados no tratamento de sementes de soja (variedade FTR 1186 IPRO).

Quanto à massa seca da parte aérea (MSA) não houve efeito significativo entre os tratamentos, tal qual Marques (2020), em sementes de soja. Seguindo a uma linha

contrária, diversos estudos apresentaram resultados discordantes nos tratamentos de sementes de soja (SOUSA, 2017) e milho (SOUSA et al., 2010).

A variável massa seca das raízes (MSR) também não apresentou efeito significativo em função do uso de doses de silício, tal como observado por Sousa (2017) e Cabral (2017) em sementes de soja.

4. CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de soja com silício não interferiu na germinação, embora a primeira contagem de germinação e comprimento de raiz tenham sido beneficiados pelo silício nas concentrações de 2 mM e 4 mM.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. M. Beneficial effects of diatomite on growth, the biochemical contents and polymorphic DNA in *Lupinus albus* plants grown under water stress. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 2, n. 2, p. 207-220, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, v. 01, p. 399. 2009.

CABRAL, P. P. **Silício no recobrimento de semente e aplicação foliar na cultura da soja**. Dissertação (Dissertação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul. 2017.

COELHO, P. H. M. **Doses de silício na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Dissertação (Dissertação em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Ipameri. 2016.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2021. **Acompanhamento de safra brasileira: 12º levantamento de grãos - safra 2020/2021**.

DARONCO, M. V. **Óleos essenciais no tratamento de sementes de soja** (*Glycine max* L.). Ijuí-RS, 2013. 50p. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Paulo, SP, julho de 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, F. C; RODRIGUES, C. R. Silício Líquido Solúvel: A sinergia entre a nutrição e defesa de plantas. **Campos & Negócios**. Uberlândia v.5, n.65, 2007.

FONSECA, D. A. R. **Desempenho de sementes de trigo recobertas com silicato de alumínio**. 2012. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2012.

KOLCHINSKI, E. M. et al. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, nov-dez 2005.

KRZYŻANOWSKI, C.F.; Vieira, R.D. e França Neto, J.B. (1999) -Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, **ABRATES**. 218 p.

MARODIN, J. C. et al. Tomato post-harvest durability and physicochemical quality depending on silicon sources and doses. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 361-366, 2016.

MARQUES, R. L. L. et al. tratamento de semente com silício: reflexo na qualidade de plântulas de abóbora. In: **Encontro de Pós-Graduação (ENPOS)**, 2020, Pelotas. **Anais eletrônicos**... Disponível em: <
https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/CA_03171.pdf>. Acesso em 10 dez. 2021.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, Cap. 2, p. 9-13. 1999.

NASCIMENTO, M. V. et al. Efeito do silício sobre a qualidade fisiológica da semente da soja. In: III Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016. **Anais eletrônicos**... Pirenópolis, 2016. Disponível em:<
<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/7231>>. Acesso em 10 dez. 2021.

NUNES, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda**. 2005. 16p.

OLIVEIRA, S. **Silício oriundo da cinza de casca de arroz carbonizada como promotor do rendimento e da qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

PEREIRA, H. S. et al. Silicon sources for rice crop. **Scientia Agricola**, v.61, p.522-528, 2004.

PINHEIRO, P. R. **Influência do tratamento com silício em sementes de sorgo granífero submetidas a estresses abióticos**. 2019. Dissertação (Dissertação em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SANTOS, F. C. et al. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.3, p. 069-078, 2010.

SOUSA, J. V. et al. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 502-513, July/Aug. 2010.

SOUSA, V. H. C. **EFEITO DO SILÍCIO APLICADO VIA SEMENTES NA EMERGÊNCIA E NO CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE SOJA**. 2017. 34f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia do Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017. Disponível em:<<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/2659/1/VHCS20022017.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2021.

RUFINO, C. A. **Aplicação de cálcio, magnésio e silício nas sementes de soja**. 2010. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2010.

TOLEDO, M. Z. et al. Seed germination and seedling development of white oat affected by silicon and phosphorus fertilization. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 18-23, 2011.

TOLEDO, M. Z. et al. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. **Revista Brasileira de sementes**. Londrina, v. 33, n.2, p. 363-371, 2011.

TUNES, L. M. et al. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 42, n. 7, p. 1141-1146, 2012.

VIGANO, J. et al. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v. 32, n.3, p. 086-096, 2010.