

Adubação silicatada em trigo: rendimento e qualidade de sementes

Tavares, Lizandro Ciciliano^{1,2}; Daniel Ândrei Robe Fonseca¹; Cassyo Araujo Rufino¹;
Sandro de Oliveira¹; André Pich Brunet¹; Francisco Amaral Villela¹

¹Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM. Campus Universitário – Caixa Postal 354 -CEP 96001-970; ²lizandro_cicilianotavares@yahoo.com.br.

Tavares, Lizandro Ciciliano; Daniel Ândrei Robe Fonseca; Cassyo Araujo Rufino; Sandro de Oliveira; André Pich Brunet; Francisco Amaral Villela (2014) Adubação silicatada em trigo: qualidade e rendimento de sementes. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (1): 94-99.

A nutrição das plantas de trigo com silício, elemento benéfico, pode influenciar positivamente a qualidade fisiológica e o rendimento de sementes. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito da adubação silicatada no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes de trigo produzidas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em combinações de duas fontes a base de silício, em esquema fatorial 2 X 6 (Fator A: Caulim e cinza de casca de arroz, Fator B: níveis de zero, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 kg de silício ha⁻¹), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições. Após a colheita avaliaram-se o número de sementes por planta, peso hectolítrico, peso de mil sementes e o rendimento de sementes, posteriormente determinou-se a qualidade fisiológica das sementes produzidas pelos testes de vigor e de germinação. Concluiu-se que a adubação silicatada via solo, não influencia negativamente a qualidade fisiológica das sementes produzidas, entretanto proporciona maior número de sementes, peso hectolítrico e rendimento de sementes de trigo.

Palavras chaves: *Triticum aestivum* L., silício, germinação, vigor, componentes numéricos

Tavares, Lizandro Ciciliano; Daniel Ândrei Robe Fonseca; Cassyo Araujo Rufino; Sandro de Oliveira; André Pich Brunet; Francisco Amaral Villela (2014) Silicon fertilization in wheat: quality and seed yield. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (1): 94-99

The nutrition of wheat plants with silicon, beneficial element, can positively influence the physiological quality and seed yield. The objective of the present work was to evaluate the effect of silicon fertilization on yield and seed physiological quality of wheat produced. The experimental design was completely randomized with four replications. The treatments consisted of combinations of two basic sources of silicon in a factorial 2 X 6 (Factor A: Kaolin and rice husk ash, Factor B: levels of zero, 500, 1000, 1500, 2000 and 2500 kg of silicon ha⁻¹), totaling 12 treatments with four replications. After harvesting we evaluated the number of seeds per plant, test weight, thousand seed weight and seed yield, then, the physiological seed quality was evaluated by germination test and vigor. It is concluded that silicon fertilization in the soil, did not adversely affect the physiological quality of seeds produced, however the highest number of seeds, test weight and seed yield of wheat.

Key words: *Triticum aestivum* L., silicon, germination, vigor, numerical components

Recibido: 07/06/2012

Aceptado: 23/07/2014

Disponible on line: 15/08/2014

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O Brasil concentra o cultivo de trigo na região Sul do país, sendo responsável por mais de 90% da produção, com uma área cultivada, na safra 2010/11 de aproximadamente 2,5 milhões de hectares. No Rio Grande do Sul, a produtividade média atinge 2.490 kg ha⁻¹ (Conab, 2011). Mundialmente, a produção de trigo é superior a 640 milhões de toneladas por ano (Usda, 2010).

O silício é um elemento benéfico para a produção de várias culturas, conforme Korndörfer et al. (2002). No Brasil, o silício foi incluído em um Decreto do Ministério da Agricultura (nº. 4.954, 14/01/2004) como elemento “benéfico”. Sua utilização na agricultura foi viabilizada ao ser encontrada uma fonte comercial de silicatos de cálcio e silicatos de magnésio nas escórias de siderurgia (Brasil, 2004).

Entre os esforços para aumentar a produção agrícola, tem sido realizados estudos sobre tecnologia de sementes (Cardozo et al., 2002; Ohlson et al., 2011; Vigano et al., 2010; Toledo et al., 2011). A nutrição das plantas é um dos fatores, segundo Copeland e McDonald (2001), que podem influenciar o vigor das sementes. De acordo com Sá (1994), plantas adequadamente fertilizadas podem produzir maior número de sementes com melhor qualidade fisiológica, uma vez que podem tornar-se mais tolerantes às adversidades climáticas.

A adubação silicatada na agricultura tem sido cada vez mais utilizada, principalmente devido aos vários benefícios ao desenvolvimento das plantas, especialmente poáceas, neste caso o trigo. Alguns deles estão relacionados com a deposição de silício na parede celular dos órgãos de muitas plantas, principalmente da família das poáceas (Ma & Yamaji, 2006), e especialmente nas folhas. O acúmulo de silício diminui a transpiração e absorção de água, sendo um importante mecanismo para as plantas cultivadas sob condições de seca (Melo et al., 2003). Estudos mostram que o silício é eficaz como atenuante da salinidade em diferentes espécies de plantas, tais como o trigo (Tuna et al., 2008). Além disso, o silício pode aumentar a superóxido dismutase, peroxidase e a catalase em cevada e milho (Moussa, 2006). Outros benefícios incluem o aumento de silício na matéria seca, o incremento da produtividade (Korndörfer & Lepsch, 2001), da resistência a doenças (Rodrigues et al., 2004) e da elevação da tolerância à toxicidade ao alumínio e micronutrientes (Cocker et al., 1998).

O trigo é altamente eficiente na absorção de silício e uma estratégia para aumentar a absorção desse elemento pode ser o fornecimento via adubação. A qualidade das sementes das culturas pode ser influenciada não diretamente pela adubação silicatada, mas de alguma forma por melhores condições para o desenvolvimento da planta. As plantas tolerantes a estresses bióticos e abióticos são mais propensas a produzir sementes de alta qualidade e bem formadas. Segundo Harter & Barros (2011), plantas de soja tratadas via foliar com cálcio e silício produzem sementes com maior qualidade fisiológica.

No arroz foi constatado que o silício afeta a massa de sementes (Balastra et al., 1989; Match et al., 1991; Mauad et al., 2003). De acordo com Carvalho e

Nakagawa (2000), sementes mais pesadas geralmente possuem embriões mais desenvolvidos e maior quantidade de reservas. Em arroz, Lee et al., (1985) também observaram que silicato aplicado na fase de desenvolvimento afeta a qualidade fisiológica das sementes (Korndörfer et al., 2001). Sendo um precursor para a síntese de lignina, o silício aumenta a resistência e a susceptibilidade de sementes, diminuindo danos mecânicos e a lixiviação de metabólitos. Ao estudar os efeitos de fósforo e silício aplicado no solo, Toledo et al. (2011) relataram menor condutividade elétrica de sementes de aveia branca com doses crescentes de silício e maior fornecimento de fósforo.

Diante disso, Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito da adubação silicatada no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes de trigo produzidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) e em casa de vegetação, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, no período agrícola 2011/2012. Foram utilizadas sementes de trigo, da cultivar Fundacep Horizonte.

O experimento foi conduzido em vasos de 15 litros, onde foram semeadas 10 sementes por vaso, permanecendo, após o desbaste, as 4 plantas mais precoces por vaso, preenchidos com solo peneirado, coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico eutrófico solódico (Streck et al., 2008), pertencente à unidade de mapeamento Pelotas. Este apresentando um teor de 125 mg de silício por quilo de solo, determinados pelo método descrito em “Standard Methods for the Examination of water and wastewater” (GreenLab[®]). A adubação e a calagem foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004). Utilizaram-se nitrogênio (130 kg ha⁻¹) sendo a aplicação dividida, onde uma parte foi aplicada antes da semeadura e a outra em cobertura, fósforo (140 kg ha⁻¹) e potássio (90 kg ha⁻¹), com aplicação 14 dias antes da semeadura. A calagem foi realizada trinta dias antes da semeadura, sendo utilizado 1,6 tonelada ha⁻¹. Após a semeadura, as unidades experimentais foram irrigadas diariamente mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos consistiram nas combinações de duas fontes a base de silício, em esquema fatorial 2 X 6 (Fator A: Caulim e cinza de casca de arroz, Fator B: níveis zero, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 kg de silício por ha⁻¹), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições. A adubação silicatada via solo ocorreu antes da semeadura, onde as fontes caulim e a cinza de casca de arroz apresentam 79 e 90 % de SiO₂, respectivamente.

A colheita manual foi realizada no estádio em que 2/3 das espiguetas apresentavam coloração amarelo-clara ou creme, caracterizando a maturidade fisiológica. Após avaliaram-se as seguintes variáveis: *Número de espigas (NE)* e *Número de sementes por planta (NSP)*: realizado por contagem manual das espigas e sementes em cada unidade experimental. *Rendimento*

de sementes por planta (RSP): foi obtido pela pesagem das sementes colhidas, sendo a umidade corrigida para 13%. *Peso hectolétrico (PH)*: realizada com quatro repetições e balança específica, com capacidade de 1 litro de sementes, sendo o resultado expresso em kg hL⁻¹. *Peso de mil sementes (PMS)*: foram empregadas oito repetições de 100 sementes. Para estas pesagens calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Todas as unidades experimentais apresentaram coeficiente de variação inferior a quatro, portanto, multiplicou-se a média por 10, e assim obteve-se o peso de mil sementes (Brasil, 2009).

A qualidade das sementes produzidas foi avaliada pelos testes: *Germinação (G)*: realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido com água destilada, utilizando-se a proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 20 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) aos oito dias após a semeadura. *Primeira contagem da germinação (PCG)*: constou da determinação da percentagem de plântulas normais aos quatro dias, após a semeadura, por ocasião da realização do teste de germinação. *Envelhecimento acelerado (EA)*: foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela distribuídas as sementes de cada tratamento a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em incubadora do tipo BOD, a 41 °C, por 72 horas. Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. *Teste de frio*: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes,

distribuídas em substrato de papel de germinação "germitest", previamente umedecidos com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em refrigerador a 10 °C, durante sete dias. Após este período, procedeu-se o teste de germinação conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu após quatro dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

Os dados foram submetidos à análise de variância, comparações de média pelo teste de Tukey e regressão polinomial em nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (Machado & Conceição, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, verifica-se que não ocorreu interação significativa entre as fontes e a dose de silício aplicada via solo. Observa-se que a cinza de casca de arroz via solo proporcionou maior número de espigas e rendimento de sementes que o caulim. Por não haver diferença entre as doses de Si aplicadas, atribui-se esta diferença entre as fontes as características da cinza de casca de arroz de correção da acidez do solo, bem como fonte de fósforo e potássio (Nolla et al., 2013). Todavia nas variáveis número de sementes por planta, peso hectolétrico e peso de mil sementes não se verificaram diferenças significativas entre as fontes. Conforme Lima Filho & Tsai (2007), o trigo apresenta alta capacidade de absorção de silício, indicando a possibilidade de absorverem quantidades mais elevadas, caso houvesse incremento na disponibilidade do elemento no substrato.

Tabela 1: Número de espigas, número de sementes por planta (NSP), rendimento de sementes por planta (RSP), peso hectolétrico (PH) e peso de mil sementes (PMS) de trigo proveniente da adubação com caulim e cinza de casca de arroz (CCA) via solo. Capão do Leão-RS, 2011. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dose (kg ha ⁻¹)	Fonte de Silício											
	Caulim		CCA		Caulim		CCA		Caulim		CCA	
	NEP (pl ⁻¹)		NSP (pl ⁻¹)		RSP (g pl ⁻¹)		PH (kg hl ⁻¹)		PMS (g)			
0	9,4		204		10,6		78,2		43,3			
500	8	9,3	219	215	10,7	11,6	78,4	78,8	43,1	43,2		
1000	8,2	10	228	226	11,3	12,1	79,0	78,9	43,0	42,7		
1500	8,7	10	239	236	11,7	125	79,1	79,3	42,8	42,6		
2000	8,6	9,1	236	245	11,9	12,7	79,2	78,8	42,7	42,8		
2500	8,4	7,9	220	238	11,4	11,9	79,4	78,6	42,2	42,7		
Média	8,6 B*	9,3 A	223 A	227 A	11,3 B	11,9 A	78,8 A	78,8 A	42,9 A	42,9 A		
C V (%)	10,8		9,8		7,6		0,5		1,8			
D P	0,97		22,1		0,89		0,4		0,8			

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram que não ocorreu interação significativa entre as fontes e doses de silício, bem como os efeitos principais não foram significativos. Observa-se que as fontes caulim e cinza de casca de arroz, via solo, até a dose de 2500 kg⁻¹ de silício por ha⁻¹, não afetaram significativamente a qualidade fisiológica das sementes produzidas, visto que não influenciaram a germinação e o vigor das sementes. Verifica-se que ambas fontes apresentaram desempenho semelhante, pois não diferiram significativamente nas variáveis de primeira contagem da germinação, germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio. Apesar dos estudos realizados por Harter & Barros (2011) terem sido com aplicação foliar de cálcio e silício em soja, infere-se que os dados obtidos na presente pesquisa foram divergentes, pois não se detectou efeito significativo benéfico da aplicação de silício via solo, na qualidade fisiológica de sementes de trigo.

Na Figura 1 verifica-se que o número de sementes por planta (NSP) de trigo apresentou comportamento quadrático, assim como o rendimento de sementes por planta (RSP) e o peso hectolítrico (PH). Na Figura 1A observa-se que o aumento das doses de silício proporcionou aumento do NSP até a dose de 1800 kg ha⁻¹ e decréscimo até a dose de 2500 kg ha⁻¹, sendo que esse efeito pode ter ocorrido devido à fitotoxicidade causada pelas fontes. Na Figura 1B, constata-se que ocorreu aumento no RSP, até a dose de 1721 kg ha⁻¹, porém na dose mais elevada (2500 kg ha⁻¹) apresentou redução considerável, assim como no NSP. Os dados obtidos concordam com os encontrados por Singh et al. (2005) que estudaram doses e épocas de aplicação de silício em duas colheitas consecutivas de arroz, sendo que a adubação silicatada promoveu aumento na produtividade. Rodrigues et al. (2008) também verificaram aumento da produtividade em arroz, assim como Lima Filho & Tsai (2007) que trabalhando com

trigo obtiveram aumento na produção de grãos, em relação à testemunha que chegou a 43% com a cultivar BR18 e a 100% na BR40.

O peso hectolítrico (PH) é um índice referente ao rendimento, assim, sendo mais elevado quanto maior for o valor obtido. É importante salientar que o fato de um tratamento apresentar maior valor de PH não assegura que seja de melhor qualidade. A Figura 1C refere-se ao PH, observa-se incremento conforme o aumento das doses de silício tanto para o caulim como para cinza de casca de arroz, sendo a dose de máxima eficiência obtida na dose de 1468 kg ha⁻¹.

Na Figura 1D observa-se os dados obtidos referentes ao peso de mil sementes, sendo que essa variável apresentou comportamento linear decrescente com o aumento das doses. Verifica-se redução de 2% na massa de sementes com o aumento das doses de ambas fontes estudadas. No experimento, o PMS foi influenciado negativamente contrariando os resultados obtidos por Matoh et al., (1991) e Mauad et al. (2003), em arroz. Lima Filho & Tsai (2007) também observaram benefícios do silício em massa de sementes de aveia branca e trigo, embora os benefícios tenham sido mais acentuados na última safra. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), o PMS varia de acordo com o genótipo, mas também é influenciada pelas condições ambientais e práticas de manejo, tais como a nutrição das plantas. Citam ainda que o PMS pode estar relacionada ao vigor das sementes, no entanto, a germinação e o vigor das sementes não foram afetados pela aplicação de Si.

Na dose de máxima eficiência (1809 kg ha⁻¹) obteve um incremento de 18% no número de sementes por planta e um incremento no rendimento de sementes por planta de 15%. Todavia, o peso de mil sementes decresceu 2%, embora a qualidade fisiológica não tenha sido afetada.

Tabela 2: Primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio (TF) de sementes trigo provenientes da adubação com caulim e cinza de casca de arroz (CCA) via solo. Capão do Leão-RS, 2011. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dose (kg. ha ⁻¹)	Fonte de Silício							
	Caulim		CCA		Caulim		CCA	
	PCG (%)		G (%)		EA (%)		TF (%)	
0	87		98		97		95	
500	90	86	100	100	98	99	96	95
1000	89	88	98	99	97	98	96	96
1500	88	92	100	100	96	98	96	97
2000	88	86	99	100	97	97	96	96
2500	88	86	100	99	96	98	96	96
Média	88	87	99	99	97	98	96	95
C V (%)	2,9		1,2		2,2		2,3	
D P	2,6		1,2		2,1		2,2	

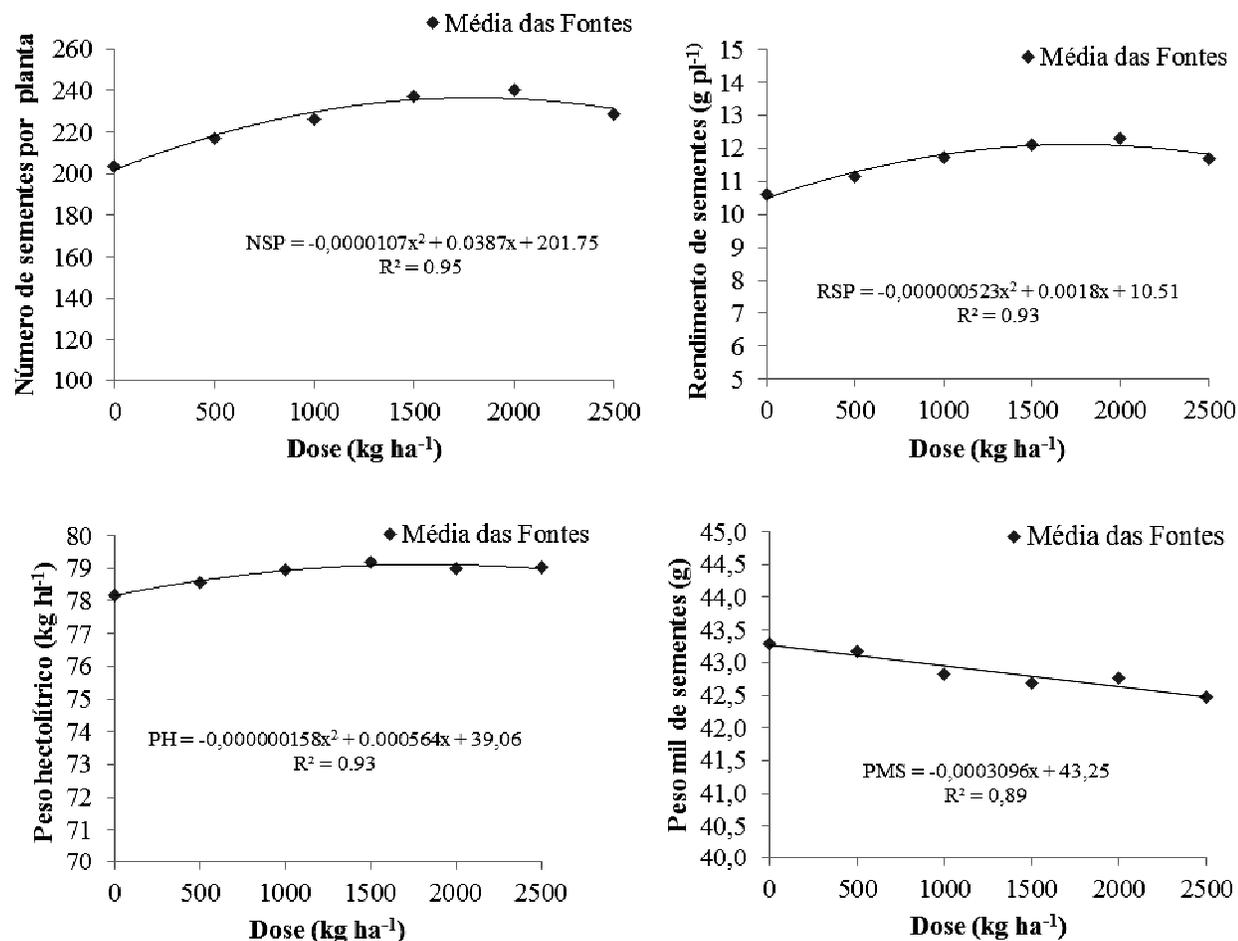


Figura 1: Número de sementes por planta (A), rendimento de sementes por planta (B), peso hectolítrico (C) e peso de mil sementes (D) de trigo submetidas a diferentes doses de sílico provenientes de duas fontes. Capão do Leão-RS, 2011.

CONCLUSÕES

A adubação silicatada via solo em condições adequadas de cultivo, não influencia negativamente a qualidade fisiológica das sementes produzidas, entretanto proporciona incremento no número de sementes, peso hectolítrico e rendimento de sementes de trigo.

REFERÊNCIAS

- Balasta, M. L. F., C. M., Perez, B. O. Juliano & C. P. Villreal. 1989. Effects of silica level on some properties of *Oryza sativa* straw and hull. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 67:2356-2363.
- Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. pp. 395.
- Brasil. 2004. Decreto N° 2954. Regulamento da lei n° 6.894. Normas jurídicas DEC 004954, 14 jan., 2004, pp. 27.
- Cardozo, M. T., L. O. B. Schuch & M. D. Rosenthal. 2002. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). Revista Brasileira de Sementes, 24 (1): 331-338.
- Carvalho, N. M. & J. Nakagawa. 2000. Seeds: Science, Technology and Production. 4 ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, Brazil.
- Cocker, K. M., D. E. Evans & M. J. Hodson. 1998. The amelioration of aluminium toxicity by silicon in higher plants: solutions chemistry or in plant mechanism? Physiologia Plantarum, Copenhagen, 104 (4):608-614.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. 2004. Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10ª ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, pp. 400.
- Conab. 2011. Central de Informações Agropecuárias: safra de grãos 2010/2011. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra>>. Acesso em: 18 de maio de 2011.

- Copeland, L. O. & M. B. McDonald.** 2001. Principles of seed science and technology. 4th ed. New York: Chapman e Hall, pp.467.
- Harter, F. S. & A. C. S. A. Barros.** 2011. Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1):054-060.
- Korndörfer, G. H. & I. Lepsh.** 2001. Effect of silicon on plant growth and crop yield. In: DATNOF et al 2001. *Silicon on Agriculture*. 133-147pp.
- Korndörfer, G. H., H. S. Pereira & M. S. Camargo.** 2002. Silicatos de cálcio e magnésio. 2. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 23 p. (Boletim Técnico, 1).
- Lee, K. S., S. B. Ahn, G. S. Rhee, B. Y. Yeon & J. K. Park.** 1985. Studies of sílica application to nursery beds on Rice seedling growth. Research Report. Rural Development Administration, Plant Environment, Mycology, Farm Product Utilization of the Korea Replublic, 27(1):23-27.
- Lima Filho, O. F. & S. M. Tsai.** 2007. Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Agropecuária Oeste 41. 34 pp.
- Ma, J. F. & N. Yamaji.** 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11:342-397.
- Machado, A. A. & A. R. Conceição.** 2003. Sistema de análise estatística para Windows. Winstat. Versão 2.0. UFPel.
- Matoh, T., S. Murata & E. Takahashi.** 1991. Effect of silicat application on photosynthesis of rice plants. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 63(3):248-251.
- Mauad, M., C. A. C. Crusciol, H. Grassi Filho & J. C. Correa.** 2003. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Scientia Agricola*, 60(4):761-765.
- Melo, S. P., G. H. Korndörfer, C. M. Korndörfer, R. M. Q. Lana & D. G. Santana.** 2003. Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. *Scientia Agricola*, 60:755-759.
- Moussa, H. R.** 2006. Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agriculture & Biololy*, 8:293-297.
- Nolla, A., M. A. Donega, L. B. S. Volk & T. O. Gavolli.** 2013. Crescimento radicular do milho (*Zea mays* L.) submetido à aplicação de casca de arroz carbonizada. *Journal of Agronomic Sciences*, 2(1):129-135.
- Ohlson, O. C., F. C. Krzyzanowski, J. T. Caieiro & M. Panobianco.** 2011. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4):118-124.
- Rodrigues, C. R., F. C. Figueredo, T. M. Rodrigues & P. P. Botrel.** 2008. Sili-K supera prova de fogo. *Revista Campo e Negócios, Uberlândia*, 67:34-35.
- Rodrigues, F. A., D. J. McNally, L. E. Datnoff, J. B., Jones, C. Labbé, N. Benhamou, J. G. Menzies & R. R. Bélange.** 2004. Silicon enhances the accumulation of dipertenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. *Phytopatology*, 94(02):177-183.
- Sá, M. E.** 1994. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Ed.). Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Icone. pp.65-98.
- Singh, A. K., R. Singh & K. Singh.** 2005. Growth, yield and economics of rice (*Oryza sativa*) as influenced by level and time of silicon application. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, 50(3):190-193.
- Streck, E. V., N. Kämpf, R. S. D. E. DalmolinKlamt, P. C. Nascimento, P. Schneider, E. Giasson & L. F. S. Pinto.** 2008. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR. 222 pp.
- Toledo, M. Z., G. S. A. Castro, C. A. C. Crusciol, R. P. Soratto, J. Nakagawa, & C. Cavariani.** 2011. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. *Revista Brasileira de sementes*. 33(2):363-371.
- Tuna, A. L., C. Kaya, D. Higgs, B. M. Amador, S. Aydemir & A. R. Girgin.** 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. *Environmental and Experimental Botany*. 62:10-16.
- USDA.** 2010. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 04 fevereiro 2010.
- Vigano, J., A. L. Braccini, C.A. Scapim, F.A. Franco, I. Schuster, L.M. Moterle & L.R. Teixeira.** 2010. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3):086-096.