



EFEITOS DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO VIA SEMENTES NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

Sandro de Oliveira¹, Elisa Souza Lemes¹, André Oliveira de Mendonça¹, Ronan Ritter³, Géri Eduardo Meneghello²

¹Pós-Graduando no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. (sandrofaem@yahoo.com.br).

²Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O silício é considerado uma tecnologia limpa do ponto de vista ambiental, podendo conferir vários benefícios para as culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de silício, via tratamento de sementes, nas características agrônômicas das plantas e na qualidade fisiológica das sementes produzidas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de silício (0, 30, 60, 90, e 120 g 100 kg de sementes⁻¹), com quatro repetições. As características agrônômicas foram avaliadas através da contagem do número de legumes com uma, duas e três sementes nos ramos, sendo estas: número total de legumes nos ramos, número total de sementes nos ramos, número de legumes com uma, duas e três sementes na haste principal, número total de legume na haste principal, número total de sementes na haste principal, número total de sementes por planta e peso de sementes por planta. A qualidade fisiológica das sementes produzidas foi avaliada através dos testes de primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência em campo e comprimento da parte aérea e da raiz. O tratamento de sementes com silício não influenciou as características agrônômicas avaliadas, porém proporcionou incremento no peso de mil sementes das sementes produzidas. O tratamento de sementes com silício promoveu o aumento da porcentagem de germinação das sementes produzidas da cultivar BMX Turbo RR. O comprimento da parte aérea é influenciado positivamente até a dose de 58,3 g 100 kg sementes⁻¹ para a cultivar NA 5909 RR.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L. Merrill), nutrição; recobrimento de sementes, viabilidade.

EFFECTS OF SILICICON APPLICATION VIA SEEDS ON SOYBEAN YIELD AND SEEDS QUALITY

ABSTRACT

Silicon is considered as a clean technology from an environmental point of view and may offer great benefits to crops. This study aimed to evaluate the effect of silicon application by seed treatment, agronomic characteristics of plants and physiological seed quality. The experimental design was a randomized block design with five silicon doses (0, 30, 60, 90, and 100 kg of seeds 120 g^{-1}), with four replications. Agronomic characteristics were evaluated by counting the number of seedpods with one, two and three seeds in the branches, these being: total number of seedpods on branches, total number of seeds on branches, number of seedpods with one, two and three seeds in the main stem, total number of seedpods in the main stem, total number of seeds in the main stem, total number of seeds per plant, seed weight per plant. The physiological seed quality was evaluated by first count of germination, standard germination test, cold test, accelerated aging, field emergence, shoot and root lengths. Seed treatment with silicon did not affect the evaluated characteristics; however, it provided an increase in thousand seed weight of seeds produced. Seed treatment with silicon promoted the increase in the germination percentage of cultivar BMX RR Turbo seeds produced. The shoot length is positively influenced by the dose of $58.3\text{ g }100\text{ kg}^{-1}$ seeds to cultivate NA 5909 RR.

KEYWORDS: *Glycine max* (L. Merrill), coating seeds, nutrition, viability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja *Glycine max* (L.) Merrill é a cultura que ocupa a maior área de cultivo. Na safra 2013/2014 apresentou um crescimento de 7,4% em relação à área da safra passada, ocupando 29,7 milhões de hectares, com uma estimativa de produção de aproximadamente 85,4 milhões de toneladas, com uma produtividade de 2.875,00 kg por hectares (CONAB, 2014).

Sabe-se que para alcançar altas produtividades e assim garantir o sucesso da prática agrícola com rentabilidade, uma série de táticas de manejo necessitam ser adotadas, geralmente relacionadas ao manejo nutricional, o controle de pragas e doenças e a utilização de sementes com alta qualidade. Neste contexto, a pesquisa em ciência e tecnologia de sementes busca alternativas para melhorar o desempenho destas no campo (CARDOZO et al., 2002; OHLSON et al., 2010; VIGANO et al., 2010; TOLEDO et al., 2011).

O uso de sementes de alta qualidade é indispensável para obtenção de um estande ideal de plantas, pois de acordo com Kolchinski et al. (2005) sementes de soja com alta qualidade fisiológica irão proporcionar plantas com maiores taxas de crescimento e eficiência metabólica, maior área foliar, produção de matéria seca e maiores rendimentos, aumentando assim as chances de sucesso da lavoura.

Outra ferramenta à disposição dos produtores é o tratamento de sementes, prática consolidada, que utiliza produtos como: fungicidas, inseticidas, inoculantes, nematicidas, polímeros e micronutrientes (OLIVEIRA et al., 2013). Alguns nutrientes são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades, dificultando assim uma distribuição uniforme deste na área, via métodos tradicionais de adubação. Desta forma, o tratamento de sementes pode ser uma alternativa altamente viável e de suma importância para o sucesso produtivo da cultura.

O silício não é considerado um nutriente essencial para as plantas, no entanto, pode ser utilizado no manejo nutricional das culturas, por ser considerado agronomicamente benéfico, e este pode aumentar a resistência física de várias espécies, devido ao aumento da espessura da lamela média, em sua maioria nas liliopsidas (DATNOFF et al., 2007). O silício atua por meio de várias ações indiretas, como a diminuição do auto sombreamento, deixando as folhas mais eretas, maior tolerância ao acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como redução da toxicidade de alumínio, manganês, ferro e sódio, e estresses bióticos, aumento na proteção contra patógenos e insetos fitófagos, podendo assim estimular o crescimento e a produção vegetal (EPSTEIN, 1994; MARSCHENER, 1995).

Na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul a cinza de casca de arroz carbonizada é um material abundante, pois nesta concentra-se a produção de arroz irrigado, sendo este um subproduto. Segundo FOLETTO et al. (2005) a geração de energia através da queima da casca de arroz é uma alternativa praticável do ponto de vista tecnológico, viável do ponto de vista econômico e ético do ponto de vista ecológico, uma vez que existe tecnologia para a conversão, a matéria prima é abundante na região e todo CO₂ produzido na queima volta para o ciclo de carbono da biosfera terrestre.

Sendo assim, o uso de silício pode ser considerado uma alternativa ambientalmente correta, podendo contribuir para o aumento da produtividade das lavouras. Diante disto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de silício oriundo da cinza de casca de arroz carbonizada via tratamento de sementes, nas características agrônômicas das plantas produzidas e na qualidade fisiológica das sementes produzidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) e na Área Experimental e Didática, pertencentes ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Como fonte de silício, foi utilizado cinza de casca de arroz carbonizada. As doses de silício aplicadas foram 0, 30, 60, 90 e 120 g de silício 100 kg de sementes⁻¹. Para isso, considerou-se 92% de silício na cinza de casca de arroz, utilizando-se 0; 32,6; 65,2; 97,8 e 130,4 g de cinza de casca de arroz carbonizada por 100 kg de sementes.

Foram utilizadas sementes de soja, das cultivares BMX Turbo RR e NA 5909 RR, as quais foram recobertas com as doses de silício, sendo considerado um experimento para cada cultivar. As sementes tratadas com silício mais a testemunha foram tratadas com fungicida (Metalaxyl-M + Fludioxonil), inseticida (Tiametoxam) e polímero (Colorseed®), utilizando-se 100, 200 e 400 mL 100 kg de sementes⁻¹, respectivamente, com um volume de calda de 800 mL 100 kg de sementes⁻¹, o qual foi completado com água destilada. O tratamento das sementes foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Nunes (2005), o qual consiste num método manual em sacos plásticos (3L). Para tal, os produtos foram aplicados diretamente no fundo do saco plástico e espalhados até uma altura de aproximadamente 15 centímetros, sendo as sementes acondicionadas diretamente no interior do mesmo, agitando-as por 3 minutos. Posteriormente ao tratamento as sementes foram postas para secar a temperatura ambiente, por um período de 24 horas.

A posteriori foi realizada a semeadura das sementes em vasos, os quais foram previamente preenchidos com solo peneirado, coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008). Foi realizada adubação de acordo com as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004), seguindo os resultados da análise de solo. Foram semeadas dez sementes por unidade experimental, sendo que após a emergência foi realizado desbaste deixando apenas três plantas mais vigorosas por vaso. Diariamente, pelo período da manhã, realizou-se irrigação, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo. O experimento foi conduzindo até que as plantas atingissem a maturação plena que corresponde ao estágio reprodutivo R8 segundo escala de Fehr & Caviness (1977), quando foi realizada manualmente a colheita das plantas.

Posteriormente à colheita foi realizado a avaliação das características agrônômicas das plantas, sendo avaliado: número de legumes com uma, duas e três sementes nos ramos (N^L1SR, N^L2SR, N^L3SR), o número total de legumes nos ramos (N^TLR), número total de sementes nos ramos (N^TSR), número de legumes com 1, 2 e 3 semente(s) na haste principal (N^L1SHP, N^L2SHP, N^L3SHP), número total de legume na haste principal (N^TLHP), número total de sementes na haste principal (N^TSHP), número total de sementes por planta (N^TSPP) e peso de sementes por planta (PSP). As avaliações foram realizadas pela contagem direta dos legumes.

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes produzidas foram realizados os seguintes testes de laboratório: Germinação - realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), por meio da semeadura de 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel tipo *germitest* umedecido, previamente com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura de 25°C, a contagem foi realizada aos oito dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

A primeira contagem da germinação foi realizada conjuntamente ao teste de germinação, contando as plântulas normais cinco dias após à semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. O teste de frio foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, as quais foram distribuídas uniformemente em rolo de papel tipo *germitest* previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, os rolos de papel foram colocados em sacos plásticos, que foram vedados e mantidos em câmara de BOD, regulada à temperatura de 10 ± 1°C durante sete dias. Após esse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, sendo avaliada a porcentagem de plântulas normais após cinco dias (CÍCERO & VIEIRA, 1994).

Para avaliação do envelhecimento acelerado as sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela metálica suspensa dentro de caixas de gerbox, contendo 40 mL de água destilada ao fundo. Posteriormente as caixas foram tampadas e acomodadas em câmara BOD, a 41°C por 48h (MARCOS FILHO, 2005). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar conforme a metodologia descrita para o teste de germinação, e avaliados no quinto dia após a montagem do teste de germinação, para tal os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Para avaliar o comprimento de plântula foram realizadas quatro subamostras de 20 sementes para cada tratamento, que foram dispostas de forma alinhada na parte superior do papel de germinação tipo *germitest*, o qual foi umedecido numa proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos foram acondicionados em germinador a 25°C. A leitura foi realizada aos cinco dias após a semeadura, com auxílio de régua graduada em milímetros, medindo-se o comprimento total e o comprimento da parte aérea de dez plântulas normais. O comprimento da raiz foi determinado pela subtração do comprimento total pelo comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios da parte aérea e da raiz foram determinados somando-se as medidas de cada repetição e dividindo pelo número de plântulas avaliadas, conforme metodologia descrita por (NAKAGAWA, 1999).

Para a determinação da emergência em campo (EC) foram semeadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, sendo a semeadura realizada em canteiros. A avaliação foi realizada em uma única contagem das plântulas normais aos 21 dias após a semeadura, e os resultados expressos em percentagem (NAKAGAWA, 1999).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, havendo significância, foi realizada regressão polinomial. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos componentes do rendimento e das características morfológicas das cultivares de soja BMX Turbo RR e NA 5909 RR, não apresentaram diferença significativa entre as doses de silício aplicadas no tratamento de sementes (Tabela 1 e 2). De acordo com DHINGRA (1985), o tratamento de sementes é realizado para proteção não apenas das sementes, mas também, no início do desenvolvimento da cultura, às doenças e pragas que afetam a emergência das plântulas e o seu desenvolvimento inicial, bem como, fornecer nutrientes necessários ao desenvolvimento das plântulas, auxiliando para a formação de um estande mais uniforme, podendo desta forma não influenciar no rendimento e nas características agrônômicas, já que essas muitas vezes são definidas no estágio reprodutivo.

Resultados semelhantes foram obtidos por HARTER & BARROS (2011), em que a aplicação foliar de cálcio e silício não promoveram diferença no número de vagens por planta e rendimento por plantas. Da mesma forma COSTA et al. (2012), observaram que a aplicação foliar de diferentes doses de silício e potássio não proporcionou diferença nas características agrônômicas e na produtividade da soja. No entanto, para PHILIPSEN & SIMONETTI (2010), as doses de silício aplicadas nas plantas de soja via foliar promoveram incremento no número de vagens por planta, sendo que o tratamento com 207 ml de Supra sílica[®] apresentou-se superior aos demais. Da mesma forma, CRUSCIOL et al. (2013) observaram que o número de vagens por planta aumentou de forma significativa com a aplicação de Si, sendo o incremento na ordem de 11%.

BUSSOLARO et al. (2011) em trabalho com aplicação foliar de diferentes doses “de um produto comercial”, contendo 24,13% de K₂O e 9,02% de Silício, sendo testado (T1) testemunha sem aplicação de silício, (T2) 0,25 L ha⁻¹ e (T3) 0,413 L ha⁻¹, (T4) 0,620 L ha⁻¹, (T5) 0,826 L ha⁻¹, e (T6) 1,03 L ha⁻¹, e realizadas em diferentes épocas: 25, 45 e 65 dias após a emergência da soja, foi observado maior

desenvolvimento da cultura da soja, quando aplicado via foliar na dosagem média de 0,82 L ha⁻¹ de silício, resultando em um aumento no número de grãos.

A aplicação de diferentes doses e fontes de silício na cultura do trigo promoveu aumento da produtividade até a dose de 1720,84 kg ha⁻¹, sendo que a fonte cinza de casca de arroz proporcionou maior número de espigas por planta e maior produção de sementes por planta que o caulim (TAVARES et al., 2013). Para MOREIRA et al. (2010), o cultivo da soja submetida a três aplicações de silicato de potássio via foliar, proporcionou maior produção de matéria seca das plantas, proporcionando aumento na produtividade na ordem de 19 sacas por hectare.

TABELA 1. Número de legumes, número de sementes e peso de sementes por plantas (PSP) avaliadas em plantas de soja da cv. BMX Turbo RR, originadas de sementes tratadas com doses de silício.

Doses*	N ^o L1SR**	N ^o L2SR	N ^o L3SR	N ^o TLR	N ^o TSR	N ^o L1SHP
0	7,8	21,3	14,0	43,1	92,4	2,6
30	9,0	27,2	15,9	52,1	111,1	1,3
60	9,1	26,1	16,0	51,2	109,3	1,9
90	7,7	25,9	17,6	51,2	112,2	2,4
120	7,3	26,9	17,4	51,6	113,4	2,3
Média	8,2	25,5	16,2	49,8	107,7	2,1
CV (%)	16,1	12,35	13,1	10,7	11,1	34,6
	N ^o L2SHP	N ^o L3SHP	N ^o TLHP	N ^o TSHP	N ^o TSP	PSP(g)
0	7,6	6,4	16,6	36,9	129,3	23,3
30	5,9	4,6	11,7	26,7	137,8	26,9
60	5,9	3,6	11,4	24,5	133,7	26,3
90	6,9	3,4	12,6	26,3	138,5	26,8
120	6,6	3,5	12,3	25,8	139,2	26,7
Média	6,6	4,3	12,9	28,0	135,7	26,0
CV (%)	24,1	35,3	22,3	23,4	7,7	6,9

*Doses, g silício 100 kg sementes⁻¹. ** Número de legumes com 1 semente (N^oL1SR), número de legumes com 2 sementes (N^oL2SR), número de legumes com 3 sementes (N^oL3SR), número total de legumes nos ramos (N^oTLR), número total de sementes nos ramos (N^oTSR), número de legumes com 1 semente na haste principal (N^oL1SHP), número de legumes com 2 sementes na haste principal (N^oL2SHP), número de legumes com 3 sementes na haste principal (N^oL3SHP), número total de legumes na haste principal (N^oTLHP), número total de sementes na haste principal (N^oTSHP) e número total de sementes na planta (N^oTSP). Valores não significativos para as variáveis analisadas.

TABELA 2. Número de legumes, número de sementes, número de nós na haste principal (N¹NHP) e peso de sementes por plantas (P SP) avaliadas em plantas de soja da cv. NA 5909 RR, originadas de sementes tratadas com doses de silício.

Doses*	N ¹ L1SR**	N ¹ L2SR	N ¹ L3SR	N ⁰ TLR	N ⁰ TSR	N ¹ L1SHP
0	7,5	24,4	10,8	42,7	88,7	3,1
30	8,8	28,6	12,7	50,3	104,5	3,6
60	7,1	21,6	16,1	44,7	98,4	3,2
90	9,1	23,1	12,0	44,2	91,4	2,3
120	6,4	23,7	14,1	44,1	95,9	2,3
Média	7,8	24,3	13,1	45,2	95,8	2,9
CV (%)	23,2	18,1	23,1	16,5	17,9	35
Doses	N ¹ L2SHP	N ¹ L3SHP	N ⁰ TLHP	N ⁰ TSHP	N ⁰ TSP	PSP(g)
0	7,3	5,3	15,7	33,7	122,3	21,9
30	6,7	5,1	15,4	32,2	136,7	25,2
60	7,3	5,1	15,6	33,1	131,5	24,3
90	6,3	6,3	14,9	33,6	125,1	23,7
120	6,5	4,8	13,6	29,9	125,6	23,9
Média	6,8	5,3	15,0	32,5	128,2	23,8
CV (%)	23,4	30,1	23,6	23,7	9,9	10,3

*Doses, g silício 100 kg sementes⁻¹. ** Número de legumes com 1 semente (N¹L1SR), número de legumes com 2 sementes (N¹L2SR) , número de legumes com 3 sementes (N¹L3SR), número total de legumes nos ramos (N⁰TLR), número total de sementes nos ramos (N⁰TSR), número de legumes com 1 semente na haste principal (N¹L1SHP), número de legumes com 2 sementes na haste principal (N¹L2SHP), número de legumes com 3 sementes na haste principal (N¹L3SHP), número total de legumes na haste principal (N⁰TLHP) , número total de sementes na haste principal (N⁰TSHP) e número total de sementes na planta (N⁰TSP). Valores não significativos para as variáveis analisadas.

Para os testes referentes à qualidade fisiológica das sementes, apresentados na Tabela 3, não foram observados diferenças significativas entre as doses de silício aplicadas. Apesar disso, é importante salientar que os valores elevados para as variáveis analisadas, evidencia alta qualidade das sementes produzidas. Já os testes germinação, comprimento da parte aérea e peso de mil sementes apresentaram diferença significativa para as doses de silício (Figuras 1, 2 e 3).

Na literatura os resultados de aplicação de nutrientes, referentes à qualidade fisiológica das sementes produzidas são muitos variados. Em trabalho com aplicação de silicato de cálcio em arroz irrigado em solos com baixo nível de silício VIEIRA et al. (2011), obtiveram efeitos positivos na qualidade das sementes produzidas, no entanto doses excessivas de silício podem afetar a qualidade das sementes, sendo ainda dependentes dos níveis do mesmo nos solos. Da mesma forma, HARTER & BARROS (2011) observaram efeito positivo na qualidade das sementes com a aplicação de doses de cálcio e silício. Contrariamente, em sementes de arroz produzidas a partir de plantas submetidas à adubação com

silicato de alumínio, não se obteve alteração na qualidade fisiológica (LIMA et al., 2009).

TABELA 3. Resultados dos testes de primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência a campo (EC) e comprimento de raiz (CR) de sementes de soja das cultivares BMX Turbo RR e NA 5909 RR, produzidas de plantas originadas de sementes tratadas com doses de silício.

Doses*	BMX TURBO RR				
	PCG(%)	TF(%)	EA(%)	EC(%)	CR(cm)
0	92	91	91	95	10,3
30	93	91	90	94	9,6
60	95	92	90	94	9,5
90	96	93	89	95	9,6
120	96	92	89	95	9,7
Média	94	92	90	95	9,7
CV (%)	5,5	5,1	2,5	3,7	5,8
Doses*	NA 5909 RR				
	PCG(%)	TF(%)	EA(%)	EC(%)	CR(cm)
0	93	92	88	97	10,6
30	94	91	93	96	11,3
60	95	91	93	96	11,0
90	95	93	90	95	10,6
120	94	94	90	95	10,5
Média	94	92	91	96	10,8
CV (%)	4,3	5,4	3,5	6,6	5,3

*Doses, g silício 100 kg sementes⁻¹. Valores não significativos para as variáveis analisadas.

Na Figura 1, observa-se os dados referentes à germinação, os quais apresentaram um crescimento linear positivo com o aumento das doses de silício, sendo que para cada unidade de aumento das doses, foi observado um incremento de 0,031 pontos percentuais, para a cultivar BMX Turbo RR (Figura 1A). De acordo com os resultados observados por HARTER & BARROS (2011), em plantas de soja tratadas com cálcio e silício, as sementes produzidas apresentam maior qualidade fisiológica, corroborando com os dados do teste germinação do presente trabalho para a cultivar BMX Turbo RR. No entanto, em estudo realizado por TAVARES et al. (2013), com aplicação diferentes doses e fontes de silício em trigo via solo, os autores concluíram que a adubação com silício não afetou a germinação das sementes produzidas. A cultivar NA 5909 RR não apresentou diferença significativa entre as doses de silício aplicadas (Figura 1B). Segundo Lima (2010), sementes de arroz produzidas a partir de plantas submetidas à adubação com argila silicatada, a qualidade fisiológica não é alterada.

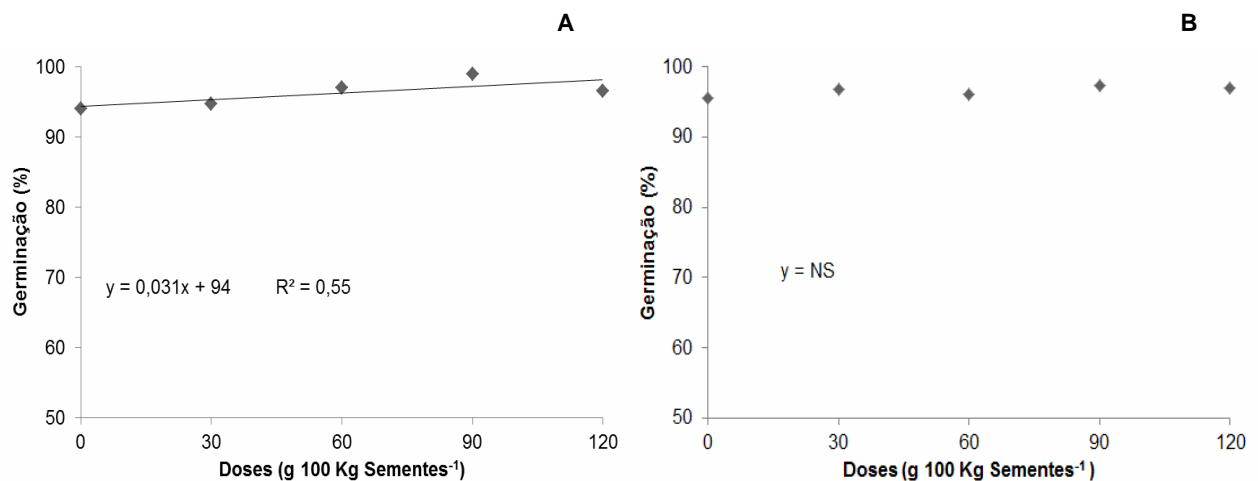


FIGURA 1. Germinação de sementes de soja, das cultivares BMX Turbo RR (A) e NA 5909 RR (B), de plantas produzidas em função do tratamento das sementes com doses de silício.

Para o peso de mil sementes, a cultivar BMX Turbo RR apresentou comportamento quadrático positivo com ponto de máxima na dose de 72 g 100 kg sementes⁻¹, o que representa um acréscimo de 15,21 g (8,4%) em relação à dose zero (Figura 2A). Já para a cultivar NA 5909 RR, os resultados obtidos se enquadraram a um modelo linear crescente na ordem de 0,088 g para cada aumento de unidade da dose de silício, sendo que a dose mais elevada (120 g 100 kg sementes⁻¹) foi 10,56 % superior a dose zero (Figura 2B). LIMA FILHO & TSAI (2007) observaram benefícios do silício em massa de sementes de aveia branca e trigo. Em trabalho com aplicação de doses de silício (0, 50, 100, 150, 200,250, 300, 350, 400, 450 e 500 kg ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio por ocasião da semeadura da soja, os tratamentos não proporcionaram aumentos significativos à produtividade de grãos, peso de mil sementes e número de sementes por legume (PEREIRA JUNIOR et al., 2010).

Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), o peso de mil sementes varia de acordo com o genótipo, mas também é influenciado pelas condições ambientais e práticas de manejo da cultura, como a nutrição das plantas, e ainda que o peso de mil sementes pode estar relacionado ao vigor das sementes. Desta forma, o peso de mil sementes é um importante parâmetro de indicação da qualidade das sementes, podendo ser utilizado também para determinar a densidade de semeadura.

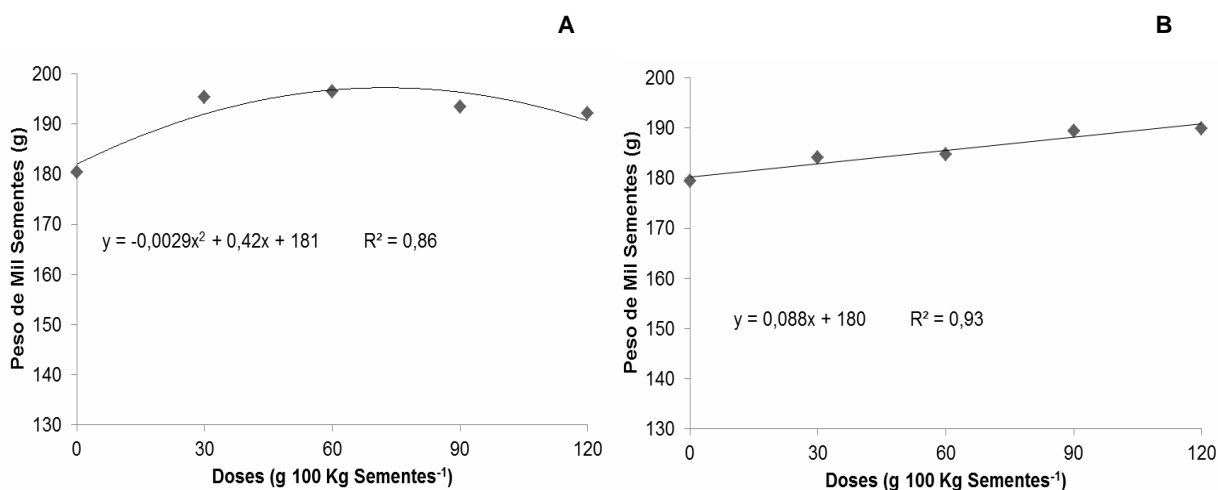


FIGURA 2. Peso de mil sementes de sementes de soja, das cultivares BMX Turbo RR (A) e N A 5909 RR (B), de plantas produzidas em função do tratamento das sementes com doses de silício.

No que diz respeito ao comprimento da parte aérea, as cultivares de soja responderam de forma diferente aos demais testes, sendo que para esta variável a cultivar BMX Turbo RR não apresentou diferença significativa para as doses de silício, já a cultivar NA 5909 RR apresentou comportamento quadrático positivo, com o ponto de máxima na dose 58,3 g 100 kg sementes⁻¹ (Figura 5A e B). O comprimento de plântula é um importante parâmetro fisiológico, pois quanto maior a área foliar, maior será a área para captação de luz para realização do processo fotossintético, bem como raízes maiores resultarão em maior área para exploração e captação de nutrientes e água (TAIZ & ZEIGER, 2012).

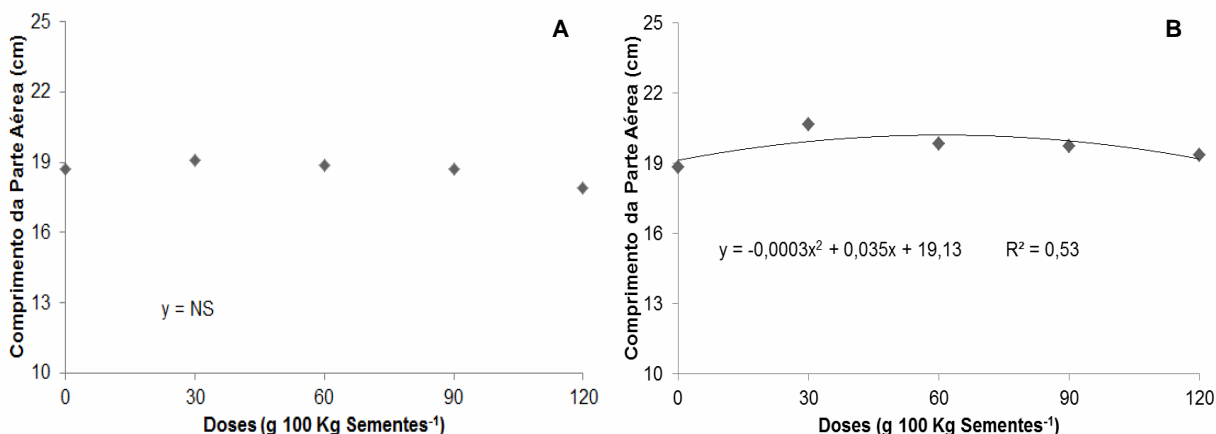


FIGURA 3. Comprimento da parte aérea de plântulas de soja, das cultivares BMX Turbo RR (A) e NA 5909 RR (B), de plantas produzidas em função do tratamento das sementes com doses de silício.

De forma semelhante à do presente trabalho, RUFINO (2010), observou diferença significativa apenas para uma das duas cultivares de soja avaliadas com a aplicação de cálcio, magnésio e silício. Em estudo com aplicação de silicato de alumínio via sementes FONSECA (2012) não observou diferença significativa para o comprimento da parte aérea na cultura do trigo.

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com silício não influenciou as características agrônômicas avaliadas, porém proporcionou incremento no peso de mil sementes das sementes produzidas. O tratamento de sementes com silício promoveu o aumento da porcentagem de germinação das sementes produzidas da cultivar BMX Turbo RR. O comprimento da parte aérea é influenciado positivamente até a dose de 58,3 g 100 kg sementes⁻¹ para a cultivar NA 5909 RR.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BUSSOLARO, I.; ZELIN, E.; SIMONETI, A. P. M. M. Aplicação de silício no controle de percevejos e produtividade da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n.3, p. 9-19, 2011.
- CARDOZO, M. T.; SCHUCH, L. O. B.; ROSENTHAL, M. D. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n.1, p. 331-338. 2002.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal, Funep, 2000. 588p.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10ªed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2013. **Acompanhamento de safra brasileira**: Sexto levantamento de grãos - safra 2013/2014. Acessado em 16/04/2014. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf.
- COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; SÁ, M. E.; PORTUGAL, J. R.; SILVEIRA, V. F. Aplicação de sílica potássica na cultura da soja em ausência de pressão de doenças. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 21, n.2, 2012.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; CASRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M.; NETO, J. F. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n.2, p. 404-410, 2013.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A. SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff L. E.; Elmer W. H.; Huber D. M. (Eds.) **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul MN. APS Press. pp. 233-246, 2007.

DHINGRA, O. D. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n.1, p. 133-138, 1985.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicium in plant biology. **Proceeding National Academic Science**, Washington, v. 91, p. 11-17, 1994.

FEHR, W. R., CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).

FOLETTTO, E. L.; HOFFMANN, R.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JR., U. L.; JAHN, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n.6, p. 1055-1060, 2005.

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

HARTER, F. S.; BARROS, A. C. S. A. Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n.1, p. 054-060, 2011.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, 2005.

LIMA FILHO, O. F.; TSAI, S. M. **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. 2007. 34 pp.

LIMA, B. A. D. **Uso da argila silicatada como fonte de silício na produção de sementes de cereais**. 2010. 40p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2010.

LIMA, B. D.; BARROS, A. C. S. A.; SILVA, J. L.; STOHLIRK, J.; BIN, F.; CICHELERO, T. Silicato de alumínio (Caulim) na qualidade fisiológica e produtividade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). In: XVIII Congresso de Iniciação Científica. Pelotas, 2009. **Anais...** Pelotas: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, 2009.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows**. WinStat. Versão 1.0. UFPel, 2003.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants.2.ed. London: **Academic**, 1995. 889p.

MOREIRA, A. R.; FAGAN, E. B.; MARTINS, K. V.; SOUZA, C. H. E. Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n.3, p. 413-423, 2010.

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

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

OHLSON, O. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CAIEIRO, J. T.; PANOBIANCO, Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.4, p. 118-124, 2010.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C. Tratamento de sementes: Ferramenta promissora e eficiente para o agricultor. **Seed News**, Pelotas. Ano. XVII, n. 2, 2013.

PEREIRA JUNIOR, P.; REZENDE, P. M.; MALFITANO, S. C.; LIMA, R. K.; CORRÊA, L. V. T.; CARVALHO, E. R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n.4, p. 908-913, 2010.

PHILIPPSSEN, D. R.; SIMONETTI, A. P. M. M. Efeito de aplicação de diferentes doses de silício aplicado via foliar na cultura da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 3, n.3, p. 40-47, 2010.

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.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre, EMATER/RSASCAR, p. 222. 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2012. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre, Artmed. 95p.

TAVARES, L. C.; MENCONÇA, A. O.; BRUNES, A. P.; GADOTTI, G. I.; MENEGHELLO, G. E. Effect of silicon fertilization on the expression of isoenzymes, the germination and seed yield of wheat. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.17, p. 1214. 2013.

TOLEDO, M. Z.; CASTRO, G. S. A., CRUSCIOL, C. A. C., SORATTO, R. P., NAKAGAWA, J. CAVARIANI, C. 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.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31- 47.

VIGANO, J.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANCO, F. A.; SCHUSTER, I.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R. 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.