

AVALIAÇÃO ISOENZIMÁTICA, GERMINAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE TRIGO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO SILICATADA

ANDRÉ OLIVEIRA DE MENDONÇA¹; CASSYO ARAUJO RUFINO¹; DANIEL ANDREI ROBE FONSECA¹; ELISA SOUZA LEMES¹; LILIAN MADRUGA DE TUNES¹; GÉRI EDUARDO MENEGHELLO²

¹*Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM – andreh_mendonca@hotmail.com*

²*Dr. em Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel/FAEM – gmeneghello@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção e da produtividade das principais culturas agrícolas é fundamental para que sejam supridas as demandas de alimentos provocadas pelo aumento populacional. Diante disso, surgem aspectos que são essenciais para alcançar este objetivo, como o uso de nutrientes, principalmente os classificados como essenciais, e os benéficos.

Dentre os nutrientes considerados benéficos para as plantas encontra-se o silício (Si), que proporciona aumento no crescimento, redução da incidência de patógenos, melhoria da arquitetura foliar, redução na taxa de transpiração, aumento na taxa fotossintética e melhora da qualidade fisiológica das sementes, proporcionando aumento no rendimento (LIMA-FILHO, 2005). Diversos autores têm relatado a importância do silício para o aumento na resistência e redução da incidência a doenças fúngicas, incremento na fertilidade do solo, além de redução dos custos com agrotóxicos e o impacto ambiental (VIEIRA et al., 2011).

A eletroforese vem sendo utilizada no estudo de isoenzimas para avaliação da qualidade de sementes de plantas, regulações gênicas e bioquímicas (ISTA, 1992), além de analisar proteínas e ácidos nucleicos, sendo considerada uma técnica versátil, relativamente simples, rápida e de grande poder informativo (ACQUAAD, 1992).

As isoenzimas são produtos da expressão gênica altamente influenciados pelo ambiente e, conseqüentemente pelo manejo, pois os genes que controlam a sua expressão manifestam-se em determinados estádios do desenvolvimento e em órgãos e tecidos específicos, ou ainda sob um determinado estímulo (RAMÍREZ et al., 1991). Pode-se considerar como isoenzimas mais importantes para verificação da qualidade de plantas e sementes as esterases (EST) e glutamato oxaloacetato transaminase (GOT) (VIEIRA et al., 2009).

Diante desse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a expressão isoenzimática, a germinação e a produtividade de sementes de trigo em resposta à adubação silicatada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios Didático de Análise de Sementes e Bio-Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel/FAEM), na safra de 2011. Utilizou-se a cultivar de trigo FUNDACEP Horizonte.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2x6 (fonte de silício nos níveis caulim e cinza de casca de arroz, e doses de silício nos níveis 0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 kg ha⁻¹), sendo os tratamentos as combinações dos níveis dos fatores, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições. A aplicação de silício foi realizada juntamente com a semeadura.

A colheita manual foi realizada no estádio em que 2/3 das espiguetas apresentavam coloração amarelo-clara ou creme, caracterizando a maturidade fisiológica. Após avaliou-se as seguintes variáveis: **Rendimento (R)**: foi obtido pela pesagem de sementes colhidas, sendo a umidade corrigida para 13%. **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.

Os padrões isoenzimáticos estudados foram: esterase (EST, EC 3.1.1.1) e glutamato oxaloacetato transaminase (GOT, EC 2.6.1.1). Para isso, coletou-se uma planta aos 30 dias após a emergência (parte aérea), por unidade experimental, aleatoriamente, e maceradas em gral de porcelana, em cada tratamento. De cada uma das amostras, 200 mg desse macerado foram colocados em tubo Eppendorf acrescidos de solução extratora (lithium borate, tris-citrato e mercaptoetanol). A eletroforese foi realizada em géis de poliacrilamida 7%, utilizando 20µl de cada amostra. Os géis foram revelados, para os referidos sistemas enzimáticos e fixados em solução de glicerol 10%. Os padrões enzimáticos foram analisados de acordo com metodologia descrita por SCANDÁLIOS (1969).

A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, levando em consideração a presença/ausência, bem como a intensidade de cada uma das bandas eletroforéticas. Os dados de rendimento e germinação foram submetidos à análise de variância, realizando-se comparação de médias pelo teste de Tukey (fator qualitativo) e análise por regressão polinomial (fator quantitativo), ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve interação significativa entre os fatores fonte de silício e dose, portanto realizou-se a comparação apenas do efeito principal para as variáveis que apresentaram probabilidade de erro $p \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa quanto à germinação de sementes de trigo proveniente de plantas adubadas com caulim e cinza de casca de arroz (Tabela 1). TOLEDO et al. (2011), utilizando doses de 0, 150, 300 e 450 mg dm⁻³ de silício na forma de silicato de potássio em sementes de aveia branca, obtiveram maior germinação nas doses de 300 e 450 mg dm⁻³.

Tabela 1. Germinação (G) e rendimento de sementes por planta (RSP) e trigo proveniente da adubação com caulim e cinza de casca de arroz (CCA) via solo.

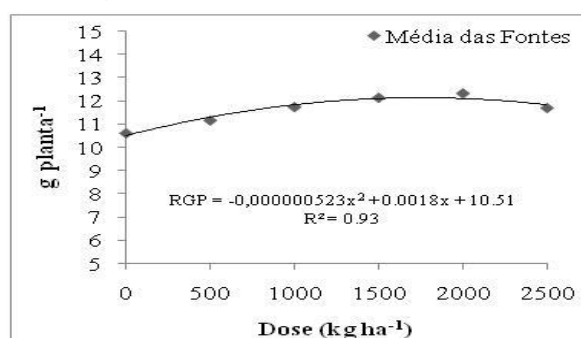
Dose (kg ha ⁻¹)	Fonte de silício			
	Caulim	CCA	Caulim	CCA
	G (%)		RSP (g)	
0	98	99	42,4	48,3
500	100	100	42,7	46,5
1000	98	99	45,4	48,4
1500	100	100	46,8	50,2
2000	99	100	47,5	48,9
2500	100	99	45,2	47,8
Média	99 A*	100 A	45.0 B	48.4 A
C.V. (%)	1,2		7,6	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fonte de silício cinza de casca de arroz (CCA) apresentou aumento significativo no rendimento em relação à fonte Caulim (Tabela 1). Os resultados encontrados concordam com os obtidos por LIMA-FILHO; TSAI (2007), que verificaram aumento significativo na produtividade de cevada e trigo, onde o acréscimo na produção de sementes chegou a 100%.

Para o rendimento de sementes por planta (Figura 1), as fontes utilizadas promoveram incrementos até a dose de 1720,84 kg ha⁻¹ de silício, sendo este seu ponto de máxima eficiência. BARBOSA-FILHO et al. (2001), verificaram que o rendimento de sementes de três cultivares de arroz aumentou significativamente e de forma linear com aplicação de doses crescentes de silício, na ordem de 0,002% para cada mg de SiO₂ kg⁻¹ solo.

Figura 1: Média das fontes de silício aplicadas via solo no rendimento de sementes por planta de trigo.



Para os padrões eletroforéticos (Figura 2), a fonte caulim apresentou redução de intensidade na banda da enzima esterase (EST, EC 3.1.1.1) na dose de 2500 kg ha⁻¹ (Figura 2A), enquanto que a fonte cinza de casca de arroz apresentou redução nas doses 2000 e 2500 kg ha⁻¹. Sendo esta enzima responsável pela hidrólise de ésteres e metabolismo de lipídios, alterações nos padrões desta evidenciam a ocorrência de deterioração (SANTOS et al., 2004). Corroborando com os dados para rendimento de sementes, onde a fonte cinza de casca de arroz mostrou menor expressão da isoenzima esterase.

Já para a glutamato oxaloacetato transaminase (GOT, EC 2.6.1.1, Figura 2B), não se observa diferença na intensidade das bandas em ambas as fontes. Esta é uma enzima que participa no processo de degradação e síntese de aminoácidos (CONN; STUMPF, 1980), com ação fundamental na germinação de sementes, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

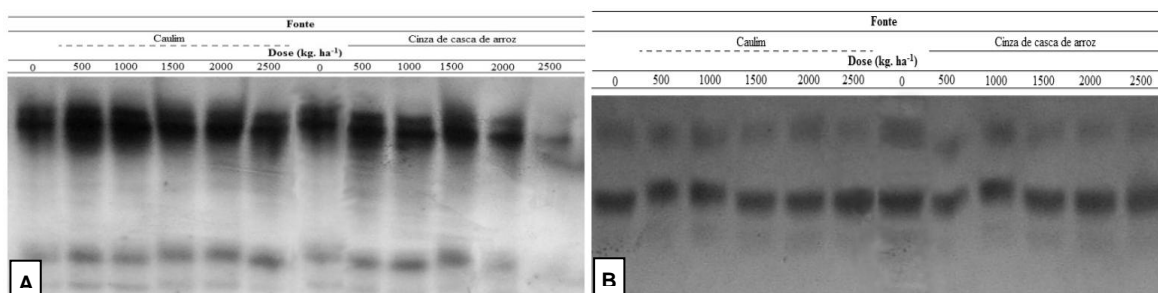


Figura 2. Padrões eletroforéticos obtidos com o sistema isoenzimático EST (2A) e GOT (2B) em plantas de trigo.

A utilização de cinza de casca de arroz como fonte de silício é promissora, pois se mostrou superior ao caulim, sendo uma fonte alternativa e mais acessível economicamente. Ainda, dependendo do sistema enzimático utilizado, existe uma diferenciação de proteínas, onde a análise conjunta de vários sistemas isoenzimáticos permite verificar modificações que ocorrem no interior das plantas quando submetidas a algum tipo de tratamento que influenciam na produtividade.

4. CONCLUSÕES

A adubação silicatada, com ambas as fontes, não afetam a germinação de sementes de trigo, porém promovem aumento na produtividade, até a dose de 1720,84 kg ha⁻¹. Variações eletroforéticas de isoenzimas estão associadas ao fornecimento de silício via solo em plantas de trigo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACQUAAD, G. **Practical protein electrophoresis for genetic research**. Portland: Discorides Press, 1992, 131 p.
- BARBOSA-FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA, N. K.; DATNOFF, L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 325-30, 2001.
- BRASIL. 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, 2009. 395p.
- CONN, E. E.; STUMPF, P. K. **Introdução à bioquímica**. São Paulo, Edgard Blücher, 1980, 525 p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. ISTA. **Handbook of variety testing: electrophoresis testing**. 1.ed, ISTA, 1992.
- LIMA FILHO, O. F. O silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos. EMBRAPA, MS, Artigo 1/8, 2005. Acesso em 10/07/2012, disponível em:
<http://www.cpa0.embrapa.br/portal/artigos/artigos/artigo1.html#sdfootnote1sym>
- LIMA-FILHO, O. F.; TSAI, S. M. **Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício**. EMBRAPA, MS, 2007, 38 p. - Circular Técnico / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456; n. 41.
- RAMIREZ, H.; CALDERON, A.; ROCCA, W. Técnicas moleculares para evaluar y mejorar el germoplasma vegetal. In: ROCCA, W.; MROGINSKI, L. (Ed). **Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y aplicaciones**. Cali: CIAT, 1991, p. 825-856.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.
- SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, v. 3, p. 37-39, 1969.
- TOLEDO, M. Z.; GARCIA, R. A.; MERLINA, A; FERNANDES, D. M. Seed germination and seedling development of white oat affected by silicon and phosphorus fertilization. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 1, p. 18-23, 2011.
- VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; PEREIRA, E. M.; CARVALHO, B. O. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 490-500, 2011.