



AValiação da Germinação de Cultivares de Arroz submetidas ao Estresse por Ácido Propiônico

KÖPP, Maurício Marini¹; PASSOS, Leônidas Paixão¹; LUZ, Viviane Köpp²; MAIA, Luciano Carlos²; SOUZA, Rogério Oliveira³; OLIVEIRA, Antonio Costa².

¹ *Embrapa Gado de Leite – Rua Eugenio do Nascimento, 610, CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG. kopp@cnpq.embrap.br;* ² *Universidade Federal de Pelotas – Centro de Genômica e Fitomelhoramento;* ³ *Universidade Federal de Pelotas – Departamento de Solos.*

1. INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado tem como característica principal a manutenção de uma lâmina de água sobre o solo durante a maior parte do seu desenvolvimento, estabelecendo um ambiente anaeróbico que favorece a fermentação da matéria orgânica presente no solo. Neste processo, produtos intermediários fitotóxicos são produzidos, entre eles os ácidos orgânicos de baixo peso molecular, como o ácido acético, o propiônico e o butírico, que geralmente ocorrem em concentração de 0,1 a 14 mM e relação de 6:3:1 respectivamente (Bohnen et al., 2005).

Os sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo de arroz irrigado prevêm a manutenção de resíduos vegetais sob a superfície do solo, ocorrendo maior produção destes ácidos (Johnson et al. 2006). A toxidez por ácidos orgânicos ocorre no início do desenvolvimento da planta diminuindo a germinação, o crescimento radicular e o peso e altura de plântulas (Köpp et al., 2008). Em casos de toxidez mais severa, os prejuízos ao crescimento se refletem em outras fases, ocorrendo menor afilhamento, menor absorção de nutrientes e menor rendimento de grãos (Camargo et al., 2001). Os ácidos orgânicos no solo afetam diretamente as culturas, principalmente, pela inibição da respiração e pela degradação das membranas celulares (Armstrong & Armstrong, 2001; Waisel et al., 2002).

Em arroz ainda não há descrição de variabilidade passível de utilização pelos programas de melhoramento genético na obtenção de cultivares tolerantes ao estresse causado pela produção de ácidos orgânicos. A incorporação de genes responsáveis pela manutenção da germinação sob estresse por ácidos orgânicos em cultivares elite poderá contribuir para a melhoria do estande de plantas na lavoura e, conseqüentemente, o incremento da área cultivada no sistema de semeadura direta de arroz irrigado, aumentando a produtividade e reduzindo os impactos ambientais do cultivo convencional e os custos de produção da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de arroz de diferentes subespécies e sistemas de cultivo submetidos a estresse por ácido propiônico na germinação e sugerir uma faixa de concentração de ácido propiônico para embebição de sementes em estudos de germinação sob este estresse.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 12 genótipos de arroz das subespécies indica e japonica e dos sistemas de cultivo irrigado e sequeiro, de diversas origens (Tabela 1).

O teste da germinação foi conduzido com 200 sementes, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, utilizando como substrato rolos de papel *germitest* previamente umedecidos com os tratamentos de ácido propiônico nas concentrações de 0; 3; 6 e 9 mM. O pH foi ajustado para 4,7 com HCl 1N ou NaOH 1N, pois a toxicidade dos ácidos orgânicos é dependente do pH da solução. Os rolos relativos a cada tratamento foram acondicionados em sacos plásticos lacrados para evitar contaminação entre os tratamentos, em virtude da volatilidade do ácido propiônico, e foram colocados em germinador sob temperatura constante de 25°C. As contagens das sementes germinadas foram realizadas no sétimo e no 14º dia após a semeadura, conforme regras de análise de sementes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 12 (genótipos) x 4 (doses de ácido) e as variáveis analisadas foram primeira contagem da germinação (PCG) e a germinação (G). Os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise descritiva de variância e ajuste de equação de regressão com o software SAS (*Statistical Analysis System*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise descritiva das variáveis revelaram ausência de normalidade e homogeneidade de variância para as variáveis analisadas, sendo então transformadas por x^2 como sugeridos pelo software SAS. Após transformação os dados apresentaram normalidade de distribuição e homogeneidade de variância. Os resultados da análise de variância revelaram variação significativa para dose, genótipo e interação (dose x genótipo), nas duas variáveis analisadas. Estes resultados permitem concluir que os genótipos apresentam respostas diferenciais em relação ao efeito crescente das concentrações de ácido acético indicando haver variabilidade genética quanto à insensibilidade ao ácido, o que implica na necessidade de decomposição de seus efeitos simples.

Tabela 1. Descrição dos genótipos e resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem da germinação (PCG) e germinação (G).

Genótipo / Subespécie / Sistema cultivo	Quadrado Médio							
	PCG			G				
	1°	2°	3°	1°	2°	3° *		
BRS 7 – Taim	Indica	Irrigado	0.31**	3.61-E ⁻⁴	0.0043	0.47**	0.0046	6.27 E ⁻⁴
Fanny	Japonica	Irrigado	0.16**	0.0046	0.011	0.16**	0.0020	0.0010
Yonaochi	Japonica	Sequeiro	0.15**	0.072**	3.84 E ⁻⁴	0.35**	0.11**	0.0079
Supremo – 1	Indica	Irrigado	0.28**	0.0019	0.04**	0.49**	0.0011	0.025
Oryzica	Indica	Irrigado	0.02	0.0017	1.07 E ⁻⁴	0.063**	5.52 E ⁻⁴	0.0014
Guichow	Japonica	Irrigado	0.0084	0.0015	0.0011	0.0094	0.0021	3.64 E ⁻⁴
Gbegbbete	Japonica	Sequeiro	0.54**	0.011	0.0020	0.85**	0.0075	0.006

IAS 12 – Formosa	Japonica	Irrigado	0.35**	8.1 E ⁻⁷	3.41 E ⁻⁴	0.57**	0.0012	9.19 E ⁻⁴
Gose Yonkoku	Japonica	Sequeiro	0.31**	0.045**	0.01	0.28**	0.0085	0.0037
Dawn	Japonica	Irrigado	0.0039	9.00 E ⁻⁶	4.72 E ⁻⁴	0.048	0.0034	7.10 E ⁻⁴
Toride – 1	Indica	Irrigado	0.0054	5.15 E ⁻⁴	5.98 E ⁻⁴	0.0044	7.26 E ⁻⁴	1.46 E ⁻⁶
IAC – 47	Japonica	Sequeiro	0.44**	0.0053	0.0014	0.68**	0.011	3.82 E ⁻⁴
Resíduo				1.2499			1.8290	

* Grau do polinômio 1°, 2° e 3° = linear, quadrático e cúbico, respectivamente.

** Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Por se tratar da avaliação de uma mesma variável em dois tempos diferentes, os resultados foram altamente correlacionados para as variáveis primeira contagem da germinação e germinação (0,94). Assim, foi possível constatar que apenas o grau do polinômio de alguns genótipos apresentou diferença entre as duas variáveis analisadas. Pode ser constatado também que para os mesmos genótipos foram encontradas variações significativas (genótipos sensíveis) e não significativas (genótipos tolerantes).

A fim de verificar o comportamento dos genótipos em cada intervalo de concentrações utilizadas foram ajustadas equações de regressão das variáveis até o maior grau significativo de polinômio (Tabela 1). Para a variável primeira contagem da germinação o genótipo Supremo-1 apresentou melhor ajuste de regressão cúbica e os genótipos Yonaochi e Gose Yonkoku quadrática. Já os genótipos BRS 7 – Taim, Fanny, Gbegbbete, IAS 12 – Formosa e IAC – 47 obtiveram reduções constantes para o intervalo de dose utilizado com regressão linear. Na variável germinação nenhum genótipo apresentou melhor ajuste de regressão cúbica e apenas o genótipo Yonaochi obteve regressão quadrática. Os genótipos com redução constante na germinação foram BRS 7 – Taim, Fanny, Gbegbbete, IAS 12 – Formosa, IAC – 47, Gose Yonkoku, Supremo – 1 e Oryzica.

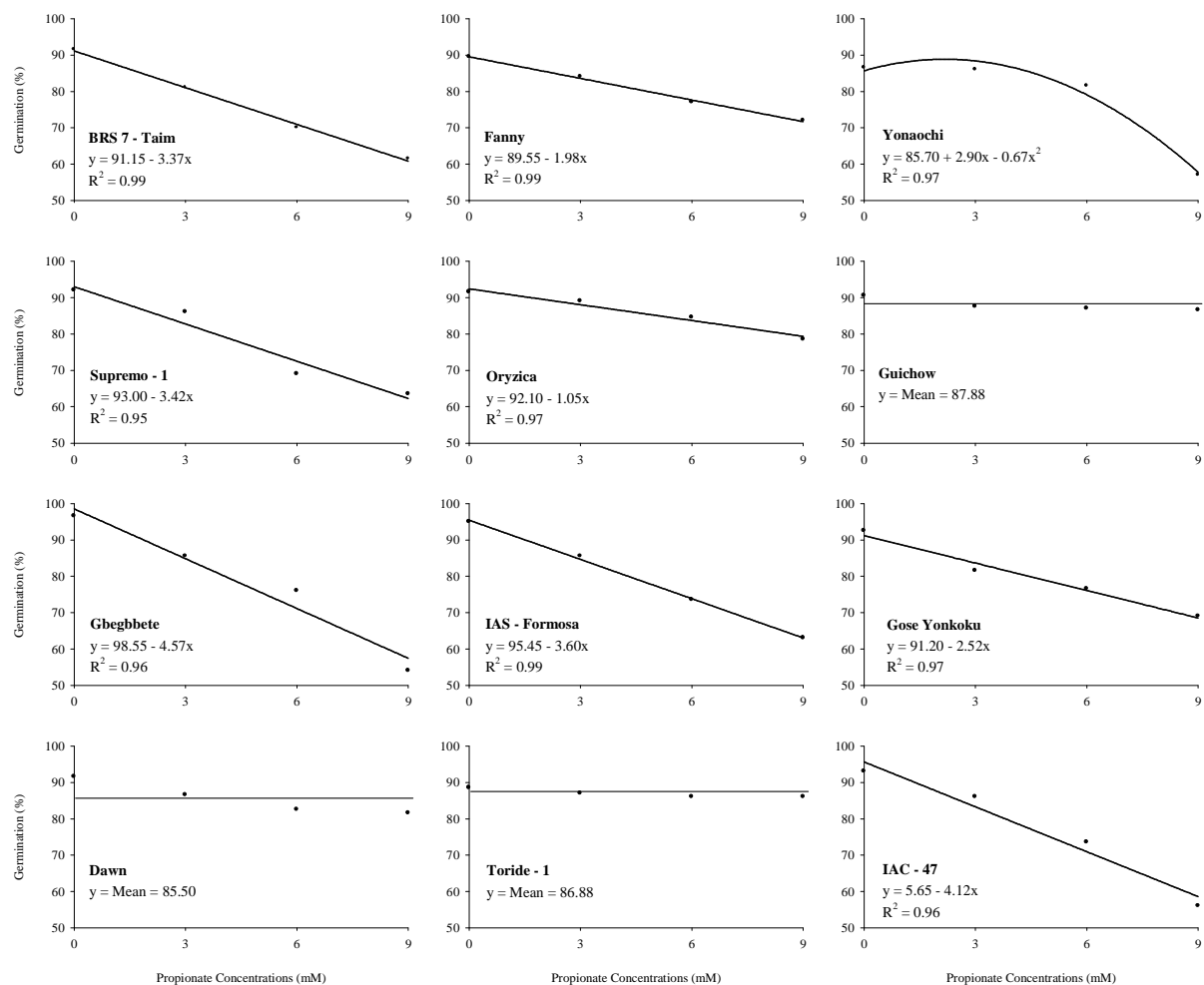


Figura 1. Representação gráfica, ajuste das equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) da variável germinação.

De acordo com os resultados da Tabela 1 e Figura 1 os genótipos que não apresentaram variação significativa frente às doses de ácido propiônico utilizadas foram Guichow, Dawn e Toride – 1 com germinação de 87,88; 85,5 e 86,88 respectivamente. Estes genótipos apresentam elevada capacidade em manter a germinação sob elevadas doses de ácido propiônico. Ou seja, a mesma germinação obtida na ausência de estresse foi mantida até a dose máxima de ácido utilizada no experimento, caracterizando estes genótipos como tolerantes ao ácido propiônico quanto a germinação sob condições da presença deste estresse. No caso da variável primeira contagem da germinação, além destes o genótipo Oryzica também se demonstrou insensível ao ácido, porém na avaliação sob 21 dias sua sensibilidade acabou se manifestando.

Todos os genótipos tolerantes pertencem ao sistema de cultivo de irrigação por inundação. Kopp et al. (2008) relatam que o processo de melhoramento de genótipos sob sistema de inundação propiciou um ambiente com maiores concentrações de ácidos orgânicos, ocorrendo uma seleção indireta para o caráter. Além disso, os acesos da sub-espécie *japonica* descritos como tolerantes são extremamente rústicos. Em geral os genótipos de maior rusticidade são tolerantes a muitos tipos de estresse bióticos e abióticos em virtude principalmente de sua capacidade diferencial na constituição e formação do sistema membranário (Waisel et al., 2002).

4. CONCLUSÕES

Doses de até 9 mM de ácido propiônico na solução de embebição de sementes são eficientes para estudos da toxidez em arroz.

Existe variabilidade genética para germinação em arroz sob estresse por ácido propiônico sendo as cultivares Guichow, Dawn e Toride - 1 tolerantes a presença deste estresse.

Genótipos do sistema de cultivo de irrigação por inundação obtiveram melhor desempenho na germinação quando submetidos ao estresse por ácido propiônico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. Rice and *Phragmites*: effects of organic acids on growth, root permeability, and radial oxygen loss to the rhizosphere. **American Journal of Botany**, 2001, v.88, n.8, p.1359-1370.

BOHNEN, H.; SILVA, L.S.; MACEDO, V.R.M.; MARCOLIN, E. Ácidos orgânicos na solução de um gleissolo sob diferentes sistemas de cultivo com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2005, v.29, p.475-480.

CAMARGO, F.A.; ZONTA, E.; SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos fisiológicos e caracterização de toxidez a ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, 2001, v.31, p.523-529.

JOHNSON, S.E.; ANGELES, O.R.; BRAR, D.S.; BURESH, R.J. Faster anaerobic decomposition of a brittle straw rice mutant: implications for residue management. **Soil Biology & Biochemistry**, 2006, v.38, p.1880-1892.

KÖPP, M. M.; LUZ, V.K.; COIMBRA, J.L.M.; MAIA, L.C.; SOUSA, R.O.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Evaluation of rice genotypes under propionate stress. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 2008, v.39, p.1375-1384.

WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plant Roots: The Hidden Half**, New York: Marcel Dekker. 2002. 1120p.