

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ARROZ SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR ÁCIDO ACÉTICO NA GERMINAÇÃO

Maurício Marini Köpp¹, Viviane Köpp da Luz², Luciano Carlos da Maia², Rogério Oliveira de Sousa³, Fernando Irajá Félix de Carvalho², Fausto de Sousa Sobrinho¹, Antonio Costa de Oliveira²

Palavras-chave: estresse abiótico, ácidos orgânicos, fitotoxidez

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 anaeróbio que favorece a fermentação da matéria orgânica presente no solo. Durante a fermentação anaeróbia, se formam produtos intermediários fitotóxicos, entre os quais se destacam 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 se manifesta, nas fases iniciais de desenvolvimento, por uma menor germinação, um menor crescimento radicular, menor 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). A acumulação de ácidos orgânicos no solo afeta 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 fermentação anaeróbica da matéria orgânica no solo. 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 acético na germinação para identificação do grau de tolerância para esse caráter e sugerir uma faixa de concentração de ácido acético para embebição de sementes em estudos de germinação sob estresse pelo ácido.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 12 genótipos de arroz das subespécies indica e japonica e dos sistemas de cultivo irrigado e sequeiro, com diversas origens de lançamento (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 acético nas concentrações de 0; 4; 8 e 12mM. 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 acético, 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.

¹ Pesquisador da Embrapa Gado de Leite – CNPGL, Rua Eugênio do Nascimento, 610, cep: 36038-330, Juiz de Fora, MG. e-mail: kopp@cnpgl.embrapa.br

² Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Centro de Genômica e Fitomelhoramento.

³ Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Solos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 12 (genótipos) x 4 (doses de ácido) e as variáveis analisadas foram a primeira contagem da germinação (PCG) e a germinação (G). Os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise descritiva e de variância após transformação por x^2 , conforme os resultados sugeridos pelo software utilizado (*Statistical Analysis System - SAS*). Após, as variáveis foram submetidas a ajuste de equação de regressão linear simples para comparação entre os coeficientes de regressão dos genótipos e ajuste de equação de regressão até terceiro grau para verificação do comportamento de cada genótipo.

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.

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. 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).

Os resultados do ajuste de regressão linear simples permitem efetuar uma comparação dos coeficientes de regressão obtidos da resposta de germinação de cada genótipo frente ao acréscimo da dose de ácido acético ao qual foram submetidas as sementes. Pode ser constatado que os valores variaram entre zero (genótipos Oryzica, Guichow e Dawn) e -4,09 (genótipo IAC-47). Estes resultados revelam que os genótipos cujos coeficientes de regressão (b) foram estatisticamente iguais à zero (Oryzica, Guichow e Dawn) apresentam elevada capacidade em manter a germinação sob elevadas doses de ácido acético. Ou seja, a mesma germinação obtida na ausência de estresse foi mantida até a dose máxima de ácido acético utilizada no experimento, caracterizando estes genótipos como tolerantes ao ácido acético quanto a germinação sob condições da presença deste estresse.

Tabela 1. Descrição dos 12 genótipos de arroz e parâmetros das equações de regressão linear: interceptação no eixo y (a), coeficiente de regressão (b) e coeficiente de determinação (R^2) submetidos a 4 concentrações do ácido acético para a variável germinação.

Nº	Genótipo / Subespécie / Sistema cultivo			Parâmetros de regressão		
				a	b	R^2
1	BRS 7 - Tam	Indica	Irrigado	93,65	-1,65	0,88
2	Fanny	Japonica	Irrigado	93,54	-3,76	0,90
3	Yonaochi	Japonica	Sequeiro	90,55	-2,24	0,98
4	Supremo - I	Indica	Irrigado	94,15	-2,53	0,96
5	Oryzica	Indica	Irrigado	87,75	0	-
6	Guichow	Japonica	Irrigado	85,25	0	-
7	Gheghbete	Japonica	Sequeiro	93,95	-3,83	0,96
8	IAS 12-9 Formosa	Japonica	Irrigado	88,24	-2,18	0,79
9	Gose Yonkoku	Japonica	Sequeiro	88,73	-2,23	0,73
10	Dawn	Japonica	Irrigado	84,63	0	-
11	Toride - I	Indica	Irrigado	94,82	-2,72	0,84
12	IAC - 47	Japonica	Sequeiro	96,15	-4,09	0,97

A fim de verificar o comportamento dos genótipos em cada intervalo de concentrações utilizadas no experimento foram ajustadas equações de regressão da variável germinação até o maior grau significativo de polinômio (cúbico). Os genótipos IAS-Formosa e Gose Yonkoku apresentaram ajuste de regressão cúbica, com reduções elevadas entre as doses de 0 e 4 mM, e 8 e 12 mM para o genótipo IAS-Formosa, já o genótipo Gose Yonkoku apresentou elevada redução entre as doses de 4 e 8 mM. Os genótipos Fanny, e Toride-I, obtiveram melhor ajuste de regressão quadrática, onde o genótipo Fanny apresentou elevada redução de germinação em doses reduzidas (até 8 mM), enquanto o genótipo

Toride-1 apresentou maior nível de redução de germinação em doses acima de 8 mM. Já os genótipos BRS 7-Taim, Yonaochi, Supremo-1, Gbegbbete e IAC-47 apresentaram regressão linear, igualmente com variação significativa, porém nestes casos com variações constantes para as três doses (4; 8 e 12 mM) utilizadas no experimento (Figura 1).

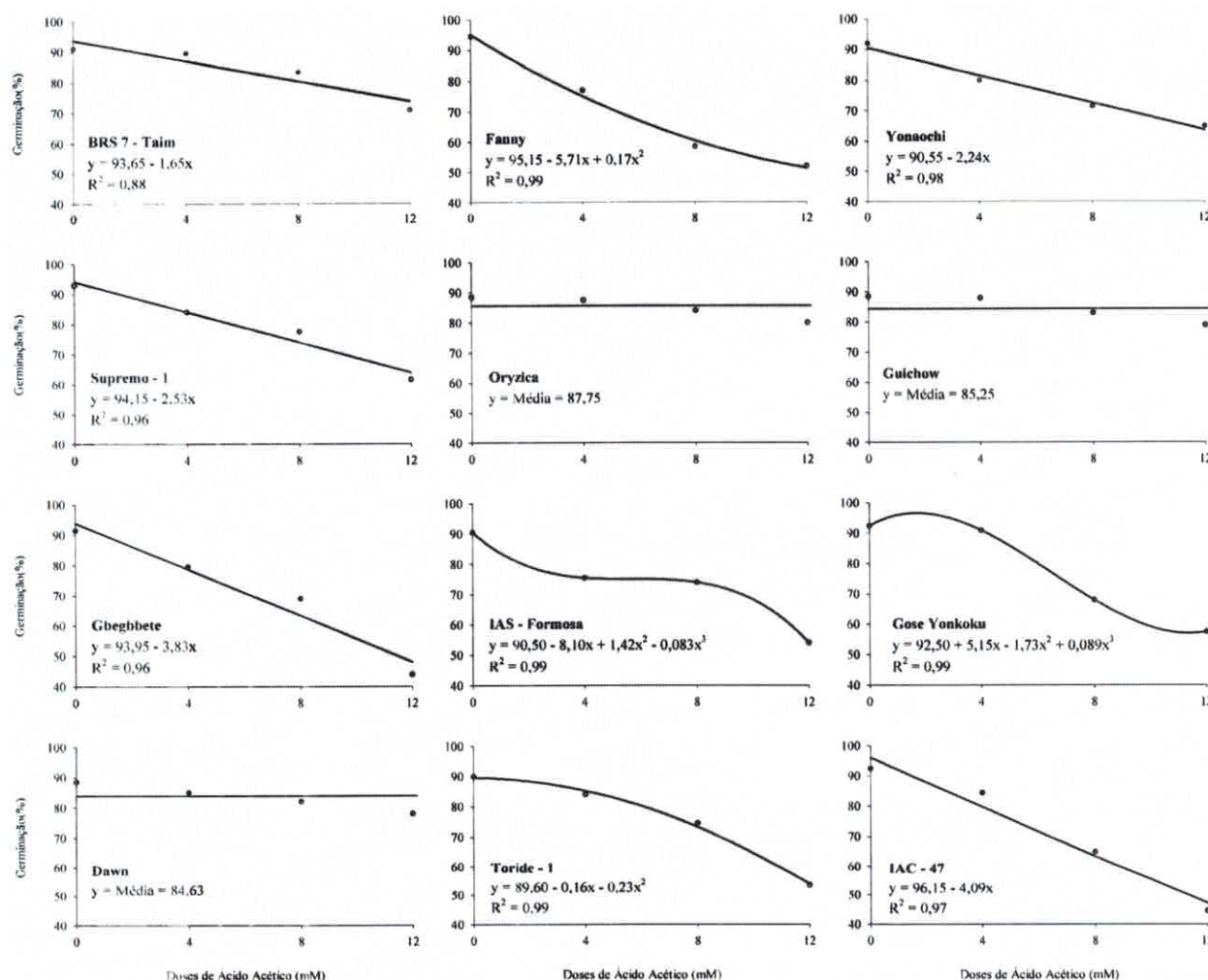


Figura 1. Representação gráfica, ajuste das equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) da variável germinação dos 12 genótipos de arroz submetidos a quatro concentrações do ácido acético.

Como não existe na literatura a descrição de níveis de redução para considerar um genótipo tolerante, ou mesmo, não existem ainda descritos genótipos já classificados como tolerantes ou sensíveis para serem utilizados como testemunhas, foram considerados tolerantes os genótipos que se demonstraram insensíveis às concentrações de ácido acético utilizadas, ou seja, aqueles cujas médias não se alteraram significativamente com a elevação das doses utilizadas ($b=0$). Os ácidos orgânicos em arroz causam principalmente degradação das membranas celulares e perda do conteúdo celular para o meio (Waisel et al., 2002). Estes autores relatam ainda que plantas tolerantes devem possuir genes que confirmam maior capacidade de formação de membranas celulares que tolerem estes ácidos.

Os dados apresentados na Tabela 1 e Figura 1, permitem concluir que, os genótipos Oryzica, Guichow e Dawn não apresentaram variação significativa quando submetidos aos níveis de tratamento utilizados. Os dados demonstram que estes genótipos submetidos a solução de embebição até a concentração de 12 mM de ácido acético, não alteraram sua germinação com 87,75; 85,25 e 84,63 % de germinação respectivamente.

A qualidade das sementes também é um fator decisivo em um estudo de caracteres germinativos. Parte da ausência de germinação pode estar atribuída a falta prévia de qualidade do lote de semente

utilizado. Ao se realizar uma análise na Figuras 1, pode ser constatado que os genótipos classificados como tolerantes, não necessariamente são também os genótipos cujo lote de sementes utilizadas apresentava maior potencial de germinação. Ou seja, são genótipos oriundos de lotes de sementes que possuíam baixas características germinativas na dose 0 mM, mas que possuem genes que mantêm a viabilidade celular através da manutenção de suas membranas, garantindo a manutenção da germinação frente a ação das doses do ácido. Os valores da germinação na ausência de ácidos variaram entre valores de 84,63% para o genótipo Dawn e 96,15% para o genótipo IAC-47 (Tabela 1). Pode ser constatado que o genótipo com menor germinação na ausência de ácidos orgânicos (Dawn) é também um dos que se demonstrou insensível ao efeito fitotóxico do ácido. Este resultado indica que o efeito da qualidade dos lotes de sementes utilizadas no trabalho foi excluído da interpretação dos dados, pois a comparação de valores de germinação de dois lotes diferentes de sementes poderia levar a interpretações errôneas em virtude de características intrínsecas de cada lote.

Em geral os genótipos de maior rusticidade são tolerantes a muitos tipos de estresses (Waisel et al., 2002) e, neste caso, possivelmente possuem capacidade diferencial na constituição e formação do sistema de membranas. Os genótipos japonica utilizados neste trabalho são acessos de coleções nucleares de germoplasma com elevada rusticidade, porém os genótipos descritos como tolerantes pertencem a ambas as subespécies, e são adaptados ao sistema de cultivo de irrigação por inundação. Provavelmente o processo de melhoramento sob sistema de inundação propiciou um ambiente com maiores concentrações de ácidos orgânicos, ocasionando uma seleção inconsciente para o caráter proporcionando assim um maior número de genótipos tolerantes dentro deste grupo de cultivares. Os genótipos Oryzica, Guichow e Dawn são indicados para utilização em programas de melhoramento que visem genótipos com elevada capacidade germinativa sob condições de estresse por ácido acético oriundo da fermentação da matéria orgânica em solos encharcados.

CONCLUSÕES

Doses de até 12 mM de ácido acético na solução de embebição de sementes são eficientes para estudos de variabilidade genética do caráter germinação em arroz.

Existe variabilidade genética para germinação em arroz sob estresse por ácido acético e as cultivares Oryzica, Guichow e Dawn são tolerantes a este ácido quanto a sua germinação.

Genótipos originários do sistema de cultivo de irrigação por inundação apresentam melhor desempenho na germinação quando submetidos ao estresse por ácido acético.

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*, v.88, n.8, p.1359-1370, 2001.
- 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*, v.29, p.475-480, 2005.
- 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*, v.31, p.523-529, 2001.
- 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*, v.38, p.1880-1892, 2006.
- 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*, v.39, p.1375-1384, 2008.
- WASEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. *Plant Roots: The Hidden Half*, New York: Marcel Dekker. 2002. 1120p.

VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

Porto alegre, RS – Brasil
11 a 14 de agosto de 2009-07-20

Estresses e sustentabilidade: desafios para a lavoura arrozeira

ANAIS

Porto Alegre, RS
2009



**Estresses e sustentabilidade:
desafios para a lavoura arrozeira.**

ANAIIS