

AValiação DO Crescimento DE Raízes DE Genótipos DE Arroz SOB EFEITO DO Ácido Propiônico

Mauricio Marini Kopp¹, Viviane Kopp da Luz¹, Jefferson Luis Meirelles Coimbra², Juliana Castelo Branco¹, Adriana Pires Soares Bresolin¹, Rogério Oliveira de Sousa³, Fernando Irajá Félix de Carvalho¹, Antonio Costa de Oliveira¹. ¹ Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, cep: 96010-900, marinikopp@gmail.com. ² Depto. de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina. ³ Depto. De Solos, Universidade Federal de Pelotas.

A condição anaeróbia formada no cultivo do arroz irrigado em virtude da presença de lâmina de água sobre o solo favorece a atividade de microrganismos que em presença de matéria orgânica promovem sua fermentação formando produtos intermediários fitotóxicos. Entre estes produtos, destacam-se os ácidos orgânicos alifáticos de baixo peso molecular, como o acético, o propiônico e o butírico, que ocorrem em geral na faixa de concentração de 0,1 a 14 mM e relação de 6:3:1 respectivamente (Bohnen *et al.*, 2005). O ácido propiônico, apesar de apresentar níveis intermediários tanto de fitotoxicidade quanto de concentração na solução do solo, causa danos ao estabelecimento inicial de plântulas implicando em menor desempenho final na produtividade da lavoura de arroz (Rao e Mikkelsen, 1977). Os sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo de arroz irrigado prevêm a manutenção de resíduos vegetais sob a superfície do solo, causando maior produção de ácidos orgânicos. A fitotoxidez por ácidos orgânicos manifesta-se, nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas, diminuindo a germinação, o crescimento radicular, peso e altura de plântulas e em casos de toxidez mais severa, os prejuízos ao crescimento das plantas podem se refletir em outras fases, ocorrendo menor afinamento, menor absorção de nutrientes e menor rendimento de grãos (Camargo *et al.*, 2001). Assim, a identificação de genótipos tolerantes se torna importante para estudos de variabilidade genética, função, regulação e ação gênica, devido às novas tecnologias, além de serem utilizados na incorporação de genes em cultivares superiores por métodos de recombinação ou transformação. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento de raízes de plântulas de arroz submetidas à ação fitotóxica do ácido propiônico e identificar variabilidade genética para o caráter tolerância ao ácido.

Foram utilizados 25 genótipos de arroz do grupo indica e japonico e dos sistemas de cultivo irrigado e sequeiro (Tabela 1) os quais foram submetidos a 4 doses de ácido propiônico. O experimento foi conduzido em sistema hidropônico onde foram utilizados potes com capacidade de 5,5 L que permaneceram em tanque tipo "banho-maria" com temperatura de 25 ± 1 °C, aeração da solução nutritiva para suprimento de oxigênio, permitindo o desenvolvimento do sistema radicular e iluminação artificial controlada. Para constituição das parcelas experimentais, 160 sementes de cada cultivar foram postas para germinar a 25 ± 1 °C por 72 horas em papel germinador embebido em água, das quais foram selecionadas 120 com comprimento de raiz de 5 mm e uniformes para constituir o experimento. Os tratamentos foram constituídos por quatro concentrações de ácido propiônico: 0 (controle); 3; 6 e 9 mM, e o pH foi ajustado para 4,7 com HCl 1N ou NaOH 1N. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições num esquema fatorial, sendo que a unidade experimental consistiu de dez sementes para cada repetição. As plântulas permaneceram sob efeito do ácido por 14 dias, e após foram avaliadas quanto ao crescimento de raízes, e os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão linear simples da variável mensurada.

Os resultados da análise de variância mostraram, pelo teste F, efeitos significativos, a 5 % de probabilidade de erro, para dose, genótipo e interação (dose x genótipo). Estes resultados permitem inferir que o comprimento do sistema de raízes (CR) é eficiente para diferenciar a resposta dos genótipos utilizados frente aos tratamentos com ácido propiônico. Estes resultados concordam com os obtidos por Rao e Mikkelsen (1977) em

arroz, que constataram que o comprimento de raiz é a variável mais afetada pelas doses com ácidos orgânicos. Armstrong e Armstrong (2001) estudaram os sintomas fisiológicos relacionados à toxidez de ácidos orgânicos em arroz e relataram que eles causam degradação da parede celular, inibição das funções respiratórias e diminuição da divisão celular do sistema radicular que está em contato direto com o elemento tóxico, indicando assim, a razão principal para o menor crescimento da raiz. Desta forma, foram ajustadas equações de regressão linear simples para cada genótipo, tomando como variável dependente (y) comprimento de raiz (CR) (Tabela 1).

As doses utilizadas para constituir o experimento foram previamente selecionadas com base nos estudos de Rao e Mikkelsen (1977) e Sousa e Bortolon (2002) de modo que as reduções relativas da variável comprimento de raiz (CR) utilizado para ajuste das equações fossem em torno de 50% na dose mais elevada. No entanto, pode ser observado na Tabela 1, que os coeficientes de regressão (b) apresentaram valores com variação entre -0,64 a -1,12. Como ainda 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 testemunha, foi realizado um teste t do valor do coeficiente de regressão (b) de cada genótipo, onde, valores de coeficientes não significativos determinam genótipos tolerantes.

Pode-se constatar que os genótipos 4; 6; 16; 18; 20; e 24 foram os que apresentaram coeficientes de regressão não significativos para a variável CR quando submetidos aos níveis de ácido propiônico, totalizando 24% de genótipos tolerantes ao ácido dentro do conjunto de genótipos utilizados neste estudo. Associando os resultados dos genótipos tolerantes e sensíveis com as descrições dos genótipos utilizados no estudo pode ser constatado que quatro dos seis genótipos que apresentaram tolerância ao ácido propiônico pertencem ao grupo Japonica. Este fato pode ser explicado devido aos genótipos do grupo Japonica utilizados neste trabalho apresentarem uma maior rusticidade em relação aos genótipos do grupo Indica. Em geral os genótipos de maior rusticidade são tolerantes a muitos tipos de estresse bióticos e abióticos. Assim, os genótipos do grupo Japonica, podem ser utilizados pelos programas de melhoramento na forma de cruzamentos com cultivares de elevada produtividade e valor comercial. O cruzamento entre estes dois grupos geralmente acarreta em recombinações insatisfatórias ao ideótipo focado nos programas de melhoramento de arroz no Brasil, principalmente no que diz respeito à qualidade de grãos. De forma mais clara, plantas do grupo Japonica apresentam grãos curtos com baixos teores de amilose, tornando-os glutinosos durante o processo de cocção.

Outro fato que pode ser comprovado, é que apenas um genótipo tolerante, não pertence ao sistema de cultivo de irrigação por inundação. Provavelmente o processo de melhoramento de genótipos sob sistema de inundação propiciou um ambiente com maiores concentrações de ácidos orgânicos, e desta maneira, uma seleção indireta para o caráter pode ter sido decisiva para que um maior número de genótipos tolerantes fosse evidenciado dentro deste grupo de cultivares.

Uma população de mapeamento pode ser construída utilizando genótipos de elevada divergência para o caráter a ser estudado. Assim o cruzamento entre os genótipos 25 (BRS 7 – Taim) x 20 (Taipei) seria indicada para este propósito, pois, apesar do genótipo BRS 7 - Taim apresentar um crescimento médio de raízes superior (12,05 cm) na ausência do ácido (dose 0), o acréscimo na concentração do ácido ocasionou um maior efeito sob a plântula, diminuindo consideravelmente seu desenvolvimento de raiz quando comparado ao genótipo Taipei, que teve 11,07 cm de raiz na ausência do ácido (dose 0), mas um maior comprimento radicular na dose 9 mM em relação ao genótipo BRS 7 - Taim, inicialmente superior em crescimento de raiz. O mapeamento de regiões genômicas associadas ao caráter poderá contribuir para aumentar a eficiência na incorporação do caráter em cultivares brasileiras de alta produtividade.

A utilização dos genótipos tolerantes ao efeito fitotóxico do ácido propiônico em programas de melhoramento poderá contribuir de maneira substancial no desenvolvimento de cultivares com maior germinação e melhor estabelecimento inicial de plântulas na lavoura de arroz irrigado sob semeadura direta ou cultivo mínimo. Isto reduziria significativamente os custos de produção e danos ambientais advindos do sistema de semeadura convencional de arroz, bem como aumentaria consideravelmente a produtividade final do cereal.

Tabela 1. Descrição e parâmetros das equações de regressão linear dos 25 genótipos de arroz estudados em solução nutritiva sob 4 concentrações do ácido propiônico para a variável comprimento de raiz (CR). Pelotas-RS, 2006.

Nº	Genótipo	Grupo	Sistema de Cultivo	Parâmetros de regressão		
				a	b	R ²
1	Tokiwa Nishiki	Japonica	Sequeiro	12,18	-0,92	0,92
2	Supremo	Indica	Irrigado	12,14	-0,96	0,98
3	Gohykuman Goku	Japonica	Sequeiro	12,05	-0,91	0,88
4	Nippombari	Japonica	Irrigado	11,65	-0,85*	0,92
5	Texmont	Indica	Irrigado	12,10	-0,93	0,77
6	Toride 1	Japonica	Irrigado	11,07	-0,64*	0,87
7	Firmeza	Indica	Irrigado	11,88	-0,92	0,83
8	Pelota	Indica	Irrigado	12,44	-0,96	0,78
9	Caloro	Indica	Sequeiro	12,02	-0,92	0,93
10	CICA 8	Indica	Irrigado	11,21	-0,88	0,85
11	Daw Dam	Japonica	Irrigado	11,12	-0,86	0,82
12	Taquari	Indica	Irrigado	11,72	-0,88	0,94
13	Rusip	Japonica	Irrigado	11,27	-0,71	0,90
14	IAS 12-9 Formoza	Indica	Sequeiro	12,16	-0,94	0,82
15	Yamada Nishiki	Japonica	Sequeiro	11,94	-0,92	0,85
16	Delmont	Indica	Irrigado	10,97	-0,81*	0,80
17	IAC – 47	Indica	Sequeiro	12,19	-1,00	0,79
18	Oryzica	Indica	Sequeiro	11,07	-0,83*	0,86
19	Diamante	Japonica	Sequeiro	11,47	-0,85	0,84
20	Taipei	Japonica	Irrigado	11,07	-0,64*	0,81
21	IPSL – 462	Indica	Sequeiro	11,46	-0,85	0,77
22	Jaguari	Indica	Sequeiro	11,24	-0,90	0,94
23	Bonança	Indica	Sequeiro	11,42	-0,93	0,97
24	Awini	Japonica	Irrigado	11,56	-0,86*	0,92
25	Taim	Indica	Irrigado	12,05	-1,12	0,76

* Não significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade de erro para o modelo de regressão linear simples.

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, n.3, p.475-480, 2005.
- CAMARGO, F.A.; ZONTA, E.; SANTOS, G. de A.; ROSSIELO, R.O.P. Aspectos fisiológicos e caracterização de toxidez a ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, v. 31, n.3, p.523-529, 2001.
- RAO, D.N.; MIKKELSEN, D.S. Effect of acetic, propionic, and butyric acids on rice seedlings growth. and nutrition. **Plant and Soil**, v.47, n.2, p.323-334, 1977.
- SOUSA, R.O.; BORTOLON, L. Crescimento radicular e da parte aérea do arroz (*Oryza sativa* L.) e absorção de nutrientes em solução nutritiva com diferentes concentrações de ácido acético. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, v.8, n.3, p.231-235, 2002.