

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE A TOLERÂNCIA AO ALAGAMENTO EM ARROZ VERMELHO

Alexandre Pisoni¹; Tiago Edu Kaspar¹; Luan Cutti²; Gabriele Casarotto¹; Mateus Gallon¹; Aldo Merotto Junior³;

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Arroz irrigado; Lâmina de água;

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é a principal espécie daninha dos cultivos de arroz irrigado e recentemente algumas populações apresentaram evolução à capacidade de tolerar o alagamento em seu estabelecimento (Kaspar, et al., 2015). Essa característica foi selecionada após seleção através da inundação das áreas de cultivo e presença contínua de lâmina de água como principal método de controle dessa espécie daninha, principalmente no sistema pré-germinado. Os genótipos de arroz vermelho tolerantes ao alagamento são capazes de emergir em condições de inundação, com baixa disponibilidade ou ausência de oxigênio. A capacidade diferencial em tolerar o alagamento durante a germinação e emergência em arroz cultivado é relacionada à elevada mobilização de reservas e a manutenção da respiração anaeróbica sob condição de hipóxia (ISMAIL *et al.*, 2009). No entanto, em arroz vermelho não é conhecido o mecanismo que permite o estabelecimento em condições de submersão, bem como a interação com fatores ambientais.

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam a germinação e emergência do arroz. De forma geral, o aumento da temperatura faz com que a velocidade de emergência de arroz vermelho seja mais rápida, enquanto temperaturas abaixo de 20°C reduzem significativamente o seu estabelecimento. As sementes sob condições de baixas temperaturas reduzem as taxas metabólicas e, conseqüentemente, a expressão de enzimas responsáveis pelo início do processo germinativo, em especial as esterases (MERTZ *et al.*, 2009). Concomitantemente é relatado o aumento da presença da enzima álcool desidrogenase (ADH), que também é envolvida na resposta ao alagamento durante o estabelecimento do arroz (MERTZ, *et al.*, 2009; ISMAIL *et al.*, 2009). Entretanto, não é conhecido o efeito da variação da temperatura sobre a capacidade dessa espécie tolerar o alagamento durante a germinação e emergência. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas sobre a tolerância ao alagamento no estabelecimento de arroz vermelho.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido em câmaras de crescimento com ambiente climatizado da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS, sendo realizado no período de janeiro a março de 2017. O delineamento experimental foi completamente casualizado, em arranjo fatorial 3x3x5, sendo o fator A: temperatura (20, 25 e 30°C); fator B: alturas de lâmina de água (5,0 e 10,0cm acima do solo) e testemunha com solo saturado; fator C: 5 genótipos de arroz (cultivares Nipponbare e IRGA 417 e os ecótipos de arroz vermelho ITJ03, AV04 e ITJ01). Em trabalho prévio os ecótipos ITJ03, AV04 e ITJ01 foram caracterizados como tolerante, mediamente tolerante e não tolerante ao alagamento durante seu estabelecimento, respectivamente (KASPARY, et al., 2015). Foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento, onde cada repetição consistiu em 10 sementes,

¹Eng. Agrônomo, Doutorando PPG Fitotecnia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Email: ale_pisoni@yahoo.com.br

²Eng. Agrônomo, Mestrando PPG Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre,

³Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Plantas de Lavoura e do PPG Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre.

totalizando 40 sementes de cada genótipo por tratamento. As sementes de cada genótipo, foram submetidas a quebra de dormência com um período de 5 dias a temperatura de 50°C. A profundidade de semeadura utilizada foi de 0,5cm e realizada em embalagens plásticas contidas de solo e em seguida submetidas as referidas lâminas de água e temperaturas.

A avaliação da emergência e a determinação de estatura foram realizadas aos 28 dias após a semeadura (DAS). A determinação do comprimento de parte aérea (CPA) foi realizada em quatro plantas emergidas de cada tratamento, totalizando 16 plantas por tratamento. Diariamente foi realizada a manutenção das alturas de lâminas de água correspondentes aos diferentes tratamentos. A análise estatística consistiu de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 1 e 2). A emergência das cultivares utilizadas no trabalho, avaliada 28 dias após a semeadura (DAS), não apresentou diferença para o fator temperaturas quando semeadas em solo saturado (Tabela 1). Contudo, quando na presença de lâmina de água, a temperatura de 20°C, apresentou capacidade de agravar o efeito do alagamento e inibiu totalmente a emergência nos genótipos Nipponbare, IRGA 417 e ITJ01. Para essa mesma temperatura os genótipos de arroz vermelho ITJ03 e AV04 apresentaram emergência apenas com 5cm de lâmina de água, sendo 32,5 e 12,5%, respectivamente. A temperatura de 30°C ocasionou incremento de 33,3% no percentual de emergência para o genótipo ITJ01 na condição de 5cm de lâmina de água quando comparado com a mesma condição na temperatura de 25°C. Enquanto que a emergência do genótipo ITJ03 nas temperaturas de 25 e 30°C, não diferiu da testemunha sem alagamento, na comparação com a condição de presença de lâmina de água de até 10cm. Desta forma pode se inferir a atuação conjunta da baixa temperatura e da presença de lâmina de água sobre a emergência dos genótipos de arroz e, mesmo sendo tolerante nas demais temperaturas o genótipo ITJ03 apresentou drástica redução na capacidade de tolerar o alagamento na temperatura de 20°C.

Os genótipos de arroz demonstram redução no comprimento da parte aérea (CPA) para todos os tratamento submetidos a temperatura de 20°C e ausência de lâmina de água, quando comparados às mesmas condições e temperatura de 25°C (Tabela 2). O menor CPA, bem como menor emergência, pode ser reflexo da baixa temperatura, pois esta influencia na fase de ativação e crescimento do coleóptilo e radícula, sendo a temperatura ideal para o desenvolvimento do arroz situada entre 25 e 30°C (YOSHIDA, 1981). A temperatura de 20°C é considerada limitante e provoca alterações na expressão das enzimas esterase e desidrogenase, que são envolvidas na germinação e emergência das sementes (MERTZ et al., 2009; SARTORI, et al., 2014). A álcool desidrogenase (ADH) é uma enzima envolvida na fermentação alcoólica e responsiva ao frio, indicando que esse estresse induz a fermentação e a produção de etanol (KATO-NOGUCHI e YASUDA, 2007). Neste caso o etanol é conhecido por prevenir a degradação de lipídios em membranas e por promover o aumento na fluidez das membranas, conduzindo a uma adaptação das plântulas a baixas temperaturas. Contudo, a ADH também é estimulada sob condições de alagamento podendo estar envolvida na resposta a ambos os estresses de forma concomitante.

Na presença de 5cm de lâmina e 20°C, a redução da CPA do genótipo de arroz vermelho ITJ03 foi de 28,3cm, quando comparado a mesma condição de alagamento e 25°C. De forma geral, o incremento de temperatura de 25 para 30°C, não estimulou o desenvolvimento em estatura dos genótipos de arroz na condição de solo saturado. Entretanto, quando essa elevação da temperatura ocorreu na presença de 10cm de lâmina de água, apenas os genótipos ITJ03 e ITJ01 obtiveram ganhos no CPA, com incremento de 17,8 e 10,9cm, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1 – Emergência (%) de genótipos de arroz em diferentes temperaturas e condições de alagamento aos 28 dias após a semeadura (DAS), Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre – RS, 2017.

Genótipos	20 °C			25 °C			30 °C		
	Sat	5cm	10cm	Sat	5cm	10cm	Sat	5cm	10cm
Nippo.	A 82,5 α b	B 0,0 γ c	B 0,0 β a	A 85,0 α c	B 25,0 α d	C 15,0 α d	A 82,5 α b	B 10,0 β d	C 2,5 β c
IRGA417	A 92,5 α a	B 0,0 β c	B 0,0 β a	A 95,0 α a	B 35,0 α c	C 25,0 α c	A 92,5 α a	B 30,0 α c	C 22,5 α b
ITJ03	A 82,5 β b	B 32,5 β a	C 0,0 β a	A 92,5 α ab	A 90,0 α a	A 90,0 α a	A 92,5 α ab	A 90,0 α a	A 90,0 α a
AV04	A 82,5 β b	B 12,5 β b	C 0,0 β a	A 87,5 α bc	B 47,5 α b	C 35,0 α b	A 87,5 α ab	B 45,0 α b	C 0,0 β c
ITJ01	A 82,5 β b	B 0,0 γ c	B 0,0 γ	A 87,5 α bc	B 37,5 β c	C 27,0 α bc	A 87,5 α ab	B 50,0 α b	C 22,5 β b
CV (%)	14,75								

*Médias antecedidas por letras maiúsculas distintas, comparam nas linhas (Alagamento), letras minúsculas diferentes comparam nas colunas (Genótipos) e letras gregas comparam entre as temperaturas, dentro dos mesmos genótipos e condição de alagamento, tukey (p≤0,05).

Tabela 2 – Comprimento de parte aérea (CPA) de genótipos de arroz em diferentes temperaturas e condições de alagamento, 28 dias após a semeadura (DAS), Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre – RS, 2017.

Genótipos	20 °C			25 °C			30 °C		
	Sat	5cm	10cm	Sat	5cm	10cm	Sat	5cm	10cm
Nippo.	A 25,3 β b	B 0,0 γ b	B 0,0 β a	A 43,4 α b	B 20,8 α c	B 15,9 α c	A 40,7 α c	B 8,3 β e	B 2,1 β d
IRGA417	A 27,6 β ab	B 0,0 β b	B 0,0 β a	A 41,3 α b	B 31,8 α b	C 22,3 α b	A 43,9 α c	B 28,6 α d	B 21,1 α c
ITJ03	A 31,9 β a	B 12,4 γ a	C 0,0 γ a	A 51,9 α a	B 39,7 β a	B 40,7 β a	A 55,7 α b	A 52,1 α b	A 58,5 α a
AV04	A 31,6 β a	B 1,6 β b	C 0,0 β a	A 53,5 α a	B 41,1 α a	B 42,1 α a	A 52,5 α b	A 45,8 α c	B 0,0 β d
ITJ01	A 30,9 β ab	B 0,0 γ b	B 0,0 γ a	A 49,9 β a	B 38,8 β a	B 35,6 β a	A 63,4 α a	A 60,3 α a	B 44,5 α b
CV (%)	12,65								

*Médias antecedidas por letras maiúsculas distintas, comparam nas linhas (Alagamento), letras minúsculas diferentes comparam nas colunas (Genótipos) e letras gregas comparam entre as temperaturas, dentro dos mesmos genótipos e condição de alagamento, tukey (p≤0,05).

A tolerância ao alagamento apresentado pelo genótipo ITJ03, a partir de trabalhos iniciais é atrelada a maior presença de transcritos dos genes *Ramy3D* e *ADH1* relacionados a mobilização de reserva e da preservação do metabolismo anaeróbico, respectivamente (KASPARY, et al., 2016). De maneira similar, em cultivares de arroz tolerantes ao frio é relatada maior presença da enzima ADH (MERTZ, et al., 2009). Portanto, o mesmo mecanismo de tolerância pode estar presente em resposta aos dois estresses. Nesse contexto, a atuação do frio e alagamento agravam os danos ao metabolismo, tornando insuficiente a atuação deste mecanismo na tolerância, não permitindo o estabelecimento do arroz sob estas condições. Desta forma, o preparo antecipado da área e entrada precoce da água nas áreas de cultivo, enquanto as temperaturas estiverem amenas, pode auxiliar no manejo da tolerância ao alagamento no estabelecimento do arroz vermelho. Contudo, a entrada da água tardiamente e formação de lâmina de até 10cm, não evita a emergência de arroz vermelho.

CONCLUSÃO

A utilização de baixa temperatura acentuou o efeito da presença da lâmina de água, sendo que utilização conjunta destes fatores pode ser estratégia viável para o controle de ecótipos de arroz vermelho tolerantes ao alagamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ISMAIL A. M. et al. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). **Annals of Botany**, v.103, p.197–209, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2707318/pdf/mcn211.pdf>> Acesso em: 06 Mai. 2017.
- KASPARY, T. E. et al. Expressão de genes relacionados com tolerância a submersão durante o estabelecimento do arroz vermelho. **Anais...XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Curitiba–Brasil, 2016. Disponível em: <http://cbcpd2016.com.br/anais/index.php?secao=trabalhos&acao=view&id_trabalho=324>. Acesso em: 17 Mai. 2017.
- KASPARY, T. E. et al. Determinação de método diagnóstico para tolerância de arroz vermelho à submersão. **Anais...IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, Pelotas – Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.cbai2015.com.br/anais/index.php?secao=trabalhos&acao=view&id_trabalho=285>. Acesso em: 06 Mai. 2017.
- KATO-NOGUCHI, H.; YASUDA, Y. Effect of low temperature on ethanolic fermentation in rice seedlings. **Journal of Plant Physiology**, v.164, p.1013-1018, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161706001908>>. Acesso em: 16 Mai. 2017.
- MERTZ, L. C. et al. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **R. Bras. Sementes**, v.31, n.2, p.254-262, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222009000200031&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 16 Mai. 2017.
- SARTORI, E.M.S. et al. Germinação de arroz irrigado e de biótipos de arroz-vermelho submetidas a diferentes temperaturas. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.45, n.2, p.319-326, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v45n2/a13v45n2.pdf>>. Acesso em: 16 Ma. 2017.
- YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. Los Baños: **The International Rice Research Institute**, 1981. p.269 Disponível em: http://books.irri.org/9711040522_content.pdf Acesso em: 17 Mai. 2017.