

# ESTERILIDADE E PESO DE GRÃOS EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO AVALIADOS SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS DE BAIXA TEMPERATURA NA MICROSPOROGÊNESE E ANTESE

Rubens Marschalek<sup>1</sup>; Luiza Fernanda Erdmann<sup>2</sup>; Diane Simon Rozzetto<sup>3</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*, melhoramento genético, frio, breeding, cold stress

## INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade da orizicultura do Sul do Brasil a eventos extremos de temperaturas coloca em risco uma das cadeias produtivas mais importantes da agricultura brasileira. As baixas temperaturas provocam esterilidade no arroz, diminuindo a produtividade e consequentemente baixam a produção total deste cereal, além de diminuir a qualidade do produto final. A ocorrência de baixas temperaturas é cíclica e imprevisível, aumentando os riscos. O melhoramento genético, baseado na seleção fenotípica de plantas sob condições de estresse, talvez seja capaz de atenuar o risco ao qual a orizicultura sulbrasileira está exposta pela eventual ocorrência de baixas temperaturas, por meio do desenvolvimento e adoção de cultivares que tolerem esse estresse abiótico.

Em arroz, temperaturas abaixo dos 15-17°C induzem à esterilidade, sendo as fases mais suscetíveis a microsporogênese (R2) e a antese (R4) (SOSBAI, 2012, SOUZA, 2015).

A seleção para tolerância a baixas temperaturas no programa de melhoramento genético de arroz da Epagri não é quesito determinante, ainda assim, esforços neste sentido tem sido feitos. Estes visam identificar genótipos adaptados ao cultivo em regiões de altitude, que naturalmente tem uma temperatura média mais baixa. No melhoramento para este caráter, há diversas dificuldades, sendo uma delas a metodologia empregada na seleção. Usualmente a esterilidade é utilizada como padrão básico para determinar a tolerância a frio na fase reprodutiva, mas há falta de correlação entre a tolerância nos diferentes estádios (DATTA e SIDDIQ, 1983).

O objetivo do presente trabalho é verificar se a microsporogênese ou a antese são as fases do arroz (subespécie indica) cultivado no Sul do Brasil mais sensíveis à baixas temperaturas, e se há diferenças de sensibilidade em linhagens de arroz irrigado, em condições controladas. Comparar os dados obtidos com outros estudos semelhantes, bem como com dados reais de desempenho de linhagens promissoras em nível de campo, é também alvo da discussão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri/Estação Experimental de Itajaí – EEI, sendo conduzido no ano de 2013 (24/5/13 a 11/11/13) em ambiente controlado (casa de vegetação; e câmara de crescimento, fabricação Instalafrio – Pinhais-PR).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 4 e três repetições, no qual avaliou-se o desempenho de quatro genótipos de arroz (Fator A). Para o estresse por frio (Fator B) adotou-se a reação das plantas sob temperatura de 13°C durante sete dias, aplicada em diferentes estágios de desenvolvimento. Para cada genótipo adotou-se os seguintes tratamentos: A) plantas mantidas permanentemente na casa de vegetação com

<sup>1</sup> Eng. agr. Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, rubensm@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Em 2013, graduanda da UDESC/CAV, estagiária da Epagri/Estação Experimental de Itajaí, luiza\_fe@hotmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agr., em 2013, bolsista CNPq no Projeto EpagriAVANÇARroz (Repensa) – CNPq/562451/2010-2, dsrozzetto@gmail.com

temperaturas favoráveis para o desenvolvimento (22-28°C). Estas se constituíram nas testemunhas não submetidas ao estresse; B) plantas cultivadas em casa de vegetação com temperaturas favoráveis para o desenvolvimento (22-28 °C) e levadas para câmara de crescimento por 7 dias sob temperatura de 13°C na microesporogênese; C) plantas cuja fase vegetativa se deu sob 22-28°C, como as anteriores, mas levadas à câmara por sete dias sob 13°C na antese; e D) plantas cultivadas a 22-28°C, levadas à câmara fria a 13°C por sete dias na microesporogênese e por mais cinco dias na antese. Após o período de exposição ao frio, as plantas foram retiradas do estresse voltando à casa de vegetação a 22-28 °C.

As linhagens utilizadas no presente estudo foram selecionadas através do histórico de safras anteriores nas quais apresentavam sinais de comportamento promissor quando cultivadas em zonas de elevada altitude (600m) (MARSCHALEK et al, 2013; MARSCHALEK et al., 2015). As linhagens avaliadas foram a SC 491 (multiespigueta), a SC 681 (SCS122 Miura), a linhagem SC 817, e a cultivar testemunha considerada suscetível, SCS116 Satoru.

As sementes de arroz foram semeadas em baldes de cinco litros pelo sistema pré-germinado no dia 24/05/2013. Após 10 dias, desbastou-se deixando três plantas por balde, e no dia 17/07/2013 foi realizado o desbaste deixando uma planta por balde. Havia seis baldes para cada um dos genótipos, três dos quais foram expostos ao estresse por frio, e três ficaram na casa de vegetação como controle (testemunha). Foram realizadas adubações de acordo com Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil (SOSBAI, 2012), bem como controle preventivo de doenças com fungicidas. Os diversos estádios de desenvolvimento das plantas foram acompanhados de acordo com a escala reproduzida pela Sosbai (2012).

Foram marcados, em cada balde, cinco perfilhos na fase exata de início da microesporogênese, sendo somente estes cinco posteriormente colhidos em cada balde realizado entre o fim de outubro e início de novembro de 2013. Posteriormente foram debulhados, coletando-se os grãos. Os dados dos cinco perfilhos de cada balde foram considerados um único dado médio, resultando em 48 dados no total (48 baldes). As análises das variáveis foram esterilidade e peso de grãos cheios/panícula. Os dados de esterilidade e peso foram submetidos à análise de variância através do procedimento Análises para modelos lineares do programa de Análise estatística SAS versão 9.4 e a comparação das médias dos tratamentos foi através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados de esterilidade de grãos obtidos, sendo apresentadas as médias de esterilidade, dadas em percentagem de grãos vazios, para cada um dos quatro tratamentos dentro de cada genótipo. A análise de variância demonstrou que houve diferença significativa entre os tratamentos nos quatro genótipos. Da mesma forma, houve diferenças significativas de esterilidade entre os genótipos. Todavia, não houve interação entre genótipo (linhagem ou cultivar) e as quatro modalidades de tratamento (sem frio, frio na microesporogênese, frio na antese, e frio na microesporogênese e na antese). Este fato indica que estes quatro genótipos não responderam de forma diferenciada aos tratamentos, observado no estudo de Rozzetto et al. (2015). Ou seja, a SC 817 (Tabela 1) foi o único genótipo significativamente menos estéril ao longo dos diversos tratamentos, com uma média de 56,14%, seguido pela cultivar SCS116 Satoru, o SC 681 (lançado como SCS122 Miura em Fevereiro de 2017) e a linhagem SC 491 (multiespigueta). Valores coerentes com estes, mas demonstrando índices de esterilidade menores, foram encontrados por Souza *et al.* (2015) para as mesmos três genótipos (SCS116 Satoru, SC 491 e SC 681) quando estes foram submetidos ao frio por apenas três dias na microesporogênese, exceto para a linhagem SC 817, que não havia sido testada. O fato da esterilidade ser maior no presente estudo deve-se à duração do estresse, que foi 4 dias maior do

que no estudo de Souza *et al.* (2015). No estudo de Rozzetto *et al.*(2015), conduzido sob as mesmas condições básicas, e no mesmo local, mas com um estresse de apenas 5 dias, e analisando-se a esterilidade de todos os perfilhos de um vaso, chegou-se, para o estresse na fase de microsporogênese + antese, ao valor de 34,66% para a SC 491, significativamente inferior aos 68,5% de esterilidade na cultivar SCS116 Satoru, enquanto no presente estudo os valores são, respectivamente, de 97,77% e 96,97%. No estudo de Rozzetto *et al.* (2015) a SC 491 foi significativamente menos estéril do que os demais genótipos avaliados, e o fato disso não ter se repetido no presente estudo talvez seja devido a análise, por Rozzetto *et al.* (2015), de todos os perfilhos, ou seja, da planta como um todo. Já no presente estudo, apenas os perfilhos exatamente escolhidos, portanto, na fase (estádio) estipulada, é que foram considerados. Além disso, o estresse no presente estudo foi, como já se afirmou, dois dias mais longo que o de Rozzetto *et al.* (2015). Pode-se inferir, diante dos dados comparativos, que talvez a SC 491 tenha uma resiliência maior em relação ao estresse por frio, não tendo todos os seus perfilhos afetados tão drasticamente quanto a SCS116 Satoru sob 5 dias de estresse.

Tabela 1. Percentagem de grãos vazios (esterilidade %) em genótipos de arroz submetidos a baixas temperaturas (13°C) em diferentes estádios de desenvolvimento, e o peso de grãos cheios/panícula.

Variedade/ Estádio frio*	Esterilidade %				Média
	Sem frio	Microsporo- gênese	Antese	Microspor. + Antese	
SC 681	19,24	81,13	69,02	99,86	67,31 <b>AB</b>
SC 491	24,67	94,5	70,25	97,77	71,80 <b>B</b>
SC 817	10,67	70,39	50,19	93,29	56,14 <b>A</b>
SCS116 Satoru	24,26	72,68	62,78	96,97	64,17 <b>AB</b>
Média	19,71a	79,68c	63,06b	96,97d	CV=15,55%
	Peso de grãos cheios/panícula g				
Média	2,408a	0,407c	1,086b	0,066c	CV=32,53%

\* estágio de desenvolvimento no qual as plantas foram submetidas ao frio

\*\*Números seguidos pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey.

Como houve diferença significativa entre genótipos mas não houve interação com o estágio de aplicação do frio, configura-se a situação de que os genótipos já tinham inicialmente níveis de esterilidade diferenciados, que foram agravados pelos estresses por frio, mas mantiveram-se estatisticamente constantes.

A fase reprodutiva é a mais sensível a baixas temperaturas, sendo que Alvaro (1999) observou que a esterilidade normalmente varia de 10-12%, e pode chegar a 60% quando a temperatura durante a floração for inferior a 20° C.

Geralmente taxas de esterilidade mais elevadas são observadas em plantas submetidas ao frio na microsporogênese e na antese consecutivamente, seguida da taxa de esterilidade quando as plantas são submetidas ao estresse apenas na microsporogênese, que por sua vez é maior que o dano causado por baixas temperaturas na antese. O presente estudo indica exatamente isso, ou seja, de que as baixas temperaturas na microsporogênese são mais danosas do que na antese, o que foi ratificado pelos dados de Rozzetto *et al.* (2015), embora Cruz (2006) tenha concluído que o frio na antese é mais danoso do que na microsporogênese.

Com relação à linhagem SC 817, que se destacou como detentora da menor esterilidade neste estudo, cabe salientar que, de 24 linhagens e cultivares avaliadas em condições de campo durante duas safras (2013/14 e 2014/15) em regiões de altitude (600m), foi ela a mais produtiva, produzindo 8.880 kg/ha, enquanto a SCS116 Satoru produziu 5.850 kg/ha (MARSCHALEK *et al.*,

2015). Esta linhagem (SCH-06-1558-5 = SC 817) apresentou desempenho semelhante em 2011/12 e 2012/13, quando produziu 8.370 kg/ha, sendo novamente a mais produtiva, desta feita quando comparada a 15 outras linhagens e cultivares (MARSCHALEK et al., 2013).

Quanto ao peso (g) de grãos cheios/panícula (Tabela 1), a análise de variância indica que não houve diferença estatística significativa entre genótipos (Fator A), mas houve entre os tratamentos com os diferentes estresses por frio (Fator B). O teste de médias revelou que o estresse por frio, quando este envolve a microsporogênese, é mais danoso do que quando o estresse se dá na antese isoladamente, e toda vez que o estresse ocorre, seja qual for o estágio reprodutivo, este provoca significativa perda de peso quando comparado à testemunha sem estresse.

## CONCLUSÃO

Quanto à esterilidade, a microsporogênese é o estágio de desenvolvimento reprodutivo, dos quatro genótipos de arroz irrigado avaliados, mais afetado pela ocorrência de baixas temperaturas, seguido pela antese. Quando ocorrem baixas temperaturas na fase de microsporogênese, e novamente na fase de antese, mesmo que neste interstício as temperaturas sejam ideais, o resultado é ainda mais desastroso do que quando o estresse se dá, nestas fases, isoladamente. Quanto ao peso de grãos cheios/panícula constata-se praticamente o mesmo comportamento nocivo das baixas temperaturas. A linhagem SC 817 apresentou a menor esterilidade. Diante do presente estudo, e de outros correlatos, verifica-se que a SC 817 é uma linhagem promissora quanto à tolerância a baixas temperaturas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Projeto 402214/2008-0) e à FAPESC (TO 6980/10-9) através do Projeto “Avanços tecnológicos em arroz irrigado para a Região do Alto Vale do Itajaí”. Aos assistentes de pesquisa da Epagri, Samuel Batista dos Santos e Geovani Porto pelo fundamental apoio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARO, J. R. Influence of air temperature on rice population, length of period from sowing to flowering and spikelet sterility. In: HILL, J.E. et al. Temperate rice conference, 2., Sacramento, CA, USA, 1999.
- CRUZ, R. P. Da; MILLACH, S.C.K.; FEDERZZI, L.C. Rice cold tolerance at the reproductive stage in a controlled environment. *Scientia agricola*, Piracicaba, v.63, n. 3, p. 255-261, 2006.
- DATTA, D. e SIDDIQ, E.A. Genetic analysis of cold tolerance at seedling phase in rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, v.43, p.345-349, 1983.
- SOSBAI. Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí, SC, 2012. 176 p. il. 29. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 01 a 03 de agosto e 2012, Gravatal, SC..
- MARSCHALEK, R.; ROZZETTO, D.S.; STUKER, H. EBERHARDT, D.S.; RAIMONDI, J.V.; et al.. Seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados à região de elevada altitude, sujeita a baixas temperaturas. In: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. Anais... Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013, p.181-184
- MARSCHALEK, R.; ROZZETTO, D.S.; ANDRADE, A.; WICKERT, E.. Avaliação de genótipos de arroz irrigado em região de elevada altitude, sujeitos a baixas temperaturas 2013/14 - 2014/15. In: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015. Pelotas. Anais... Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2015, p.116-119
- ROZZETTO, D.S. Tolerância de genótipos de arroz irrigado submetidos a estresses por baixas temperaturas na fase reprodutiva. *Agropecuária Catarinense*, v. 28, n.2, p.61-66, 2015.
- SOUZA, N.M. Tolerância a baixas temperaturas na fase de microsporogênese em genótipos de arroz irrigado. 2015. 93p. Dissertação (Me) – UDESC, Lages.