

ESTERILIDADE E PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA NA FASE DE MICROSPOROGÊNESE

Francieli Weber Stürmer¹; Rubens Marschalek²; Luis Sangoi³; Natalia Maria de Souza⁴; Samuel Batista dos Santos⁵

Palavras-chave: Estresse abiótico. Estádio reprodutivo. Frio.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza Sativa L.*) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. Associado a isso, desempenha papel estratégico no que tange ao aspecto econômico e social, constituindo-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial. Espécie de origem tropical, é cultivada em diversas regiões do mundo, sob diferentes condições climáticas e sistemas de produção. Em função da extensa área geográfica que o seu cultivo ocupa, encontra-se sujeito a ocorrência de temperaturas desfavoráveis durante suas fases de desenvolvimento.

No sul do Brasil, principal região produtora do país, a ocorrência de baixas temperaturas durante as fases críticas de desenvolvimento da cultura é uma das principais responsáveis pelas oscilações na produtividade (STEINMETZ et al., 2005). As plantas de arroz apresentam sensibilidade às baixas temperaturas em todo o seu ciclo. Contudo, alguns estádios se apresentam mais críticos ao frio, como as fases de germinação, desenvolvimento inicial das plântulas, microsporogênese e antese (STINGHEN, 2015). Quando as baixas temperaturas ocorrem na fase reprodutiva, tem-se como consequências a exteriorização incompleta da panícula, esterilidade e manchas nas espiguetas (SOUZA, 1990) e baixos rendimentos de grãos (SOUZA, 1990).

Não existindo alternativas plausíveis para controlar as variações climáticas, é necessário encontrar meios de escape para reduzir as perdas de produtividade causadas pela ocorrência indesejada do frio. A utilização de cultivares tolerantes a baixas temperaturas pode auxiliar a mitigar os problemas ocasionados por este tipo de estresse ao arroz irrigado (TORRES TORO, 2006). Nesse sentido, o melhoramento genético surge como um aliado na busca por cultivares que sejam tolerantes ao frio nas fases críticas da cultura.

Este trabalho foi conduzido objetivando identificar genótipos tolerantes a baixas temperaturas na fase de microsporogênese, mitigando, assim, o efeito de redução da produtividade com a ocorrência do frio nesta etapa crítica para a cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri/Estação Experimental de Itajaí – EEI, sendo conduzido na safra agrícola de 2015/16, em ambiente controlado (casa de vegetação e câmara de crescimento).

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema bifatorial e três repetições. O primeiro fator correspondeu aos genótipos utilizados, sete linhagens (SC 491, SC 854, SC 806, SC 859, SC 850, SC 836, SC 755) e dois cultivares (Epagri 109 e Epagri 106). O segundo foi à aplicação de estresse por frio ou não, ao qual cada genótipo foi submetido

¹ Eng. Agr., Mestranda em Produção Vegetal, CAV-Udesc, Rua Maria de Barba, nº 107, Rio do Sul, CEP 89165-252. franceilweber@yahoo.com.br

² Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri – Estação Experimental de Itajaí.

³ Eng. Agr., Ph.D, Professor titular do Departamento de Agronomia, CAV-Udesc.

⁴ Eng. Agr., Doutoranda, CAV-Udesc.

⁵ Assistente de Pesquisa, Téc. Agr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

por três dias na fase da microsporogênese. Para cada tratamento, foi mantida uma testemunha à temperatura ambiente, totalizando 54 unidades experimentais (9 genótipos x 2 ambientes x 3 repetições). As linhagens são pertencentes ao programa de melhoramento de arroz da Epagri e foram escolhidas por terem demonstrado desempenho agrônomico favorável em relação à ocorrência de baixas temperaturas, em trabalho conduzido por Marschalek et al. (2013). A cultivar Epagri 109 foi selecionada em função de ser largamente utilizada nas lavouras catarinenses, já a cultivar Epagri 106 foi usada por ser de ciclo curto (precoce).

Esse ensaio foi implantando em junho de 2016, foram semeadas 15 sementes por balde, quando as plantas atingiram o estágio V2 da escala de Counce et al. (2000), realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se cinco plântulas por balde, em seguida um segundo desbaste foi realizado quando as plantas alcançaram o estágio V6, deixando-se apenas uma planta por balde. Após esse processo, foi realizado um acompanhamento diário do desenvolvimento e estabelecimento das plantas. Quando três perfilhos de cada planta encontravam-se na fase de microsporogênese, esta fase foi identificada pelo acompanhamento fenológico das plantas utilizando metodologia descrita por Yoshida (1981), que a caracterizou considerando a distância da lígula da folha bandeira e da penúltima folha entre -3 cm (lígula da folha bandeira 3 cm abaixo da lígula da penúltima folha) e 10 cm (lígula da folha bandeira 10 cm acima da lígula da penúltima folha), o genótipo foi submetido por três dias a um regime térmico pré-determinado de 15°C à noite e 17°C de dia, com fotoperíodo de 12 horas, em câmara de crescimento. Após a submissão ao estresse por frio, os materiais foram colocados de volta na casa de vegetação até a maturação de colheita.

As plantas foram colhidas individualmente na maturação e posteriormente avaliadas quanto à esterilidade e a produção de grãos por balde. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F. Quando os valores de F foram significativos, a comparação de médias dos genótipos foi realizada pelo teste de Tukey. Ambas as análises foram efetivadas ao nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para o caráter esterilidade de espiguetas evidenciou que houve interação dupla (genótipo x estresse térmico/testemunha), indicando que os genótipos responderam de maneira diferenciada conforme a aplicação ou não do estresse térmico (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de esterilidade de espiguetas dos genótipos de arroz irrigado na aplicação de estresse térmico em relação à testemunha.

<i>Esterilidade de espiguetas %</i>		
GENÓTIPOS	ESTRESSE TÉRMICO	TESTEMUNHA
SC 854	15,48 bA	10,41 cA
Epagri 106	16,89 bA	11,28 bcA
SC 806	18,80 bA	27,38 abcA
SC 859	25,81 bA	26,84 abcA
SC 850	25,94 bA	19,94 abcA
SC 491	28,54 abA	29,95 abA
SC 836	29,34 abA	35,82 aA
SC 755	33,27 abA	23,45 abcA
Epagri 109	45,02 aA	20,66 abcB
CV % = 28,45		

*Letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

Quando os genótipos foram submetidos por três dias ininterruptos a temperaturas de 15°C noturna e 17°C diurnas, apenas a cultivar Epagri 109 apresentou maior esterilidade de espiguetas do que a testemunha. Isto indica que essa cultivar apresenta sensibilidade ao frio, fato que corrobora o comportamento dessa cultivar a nível de campo em regiões de alta

altitude (MARSCHALEK et al., 2011; MARSCHALEK et al., 2013). A maior taxa de esterilidade observada na cultivar Epagri 109 mostra que o momento de formação do grão pólen é crítico e suscetível a ocorrência de baixas temperaturas. Esta fase é a mais crítica para arroz cultivado em Santa Catarina, o que já foi sido demonstrado por Souza (2015).

Já as demais linhagens e também a cultivar Epagri 106 não diferiram estatisticamente em relação à aplicação do estresse, apresentando percentual de esterilidade semelhante ao do tratamento testemunha (sem estresse térmico). Isto indica que os genótipos utilizados se comportaram de forma similar quando submetidos ou não ao estresse térmico.

Na comparação entre os genótipos dentro de cada regime térmico, a cultivar Epagri 109 apresentou maior percentagem de esterilidade de espiguetas quando submetida a baixas temperaturas na microsporogênese do que os demais genótipos, que não diferiram entre si. Os menores valores numéricos para esta variável no tratamento com estresse foram registrados para a linhagem SC 854 e para a cultivar Epagri 106. Estes dois genótipos também se destacaram dos demais no tratamento testemunha, no qual expressaram valores inferiores a 15% de esterilidade. Estudos anteriores realizados por TERRES et al. (1994) demonstraram que algumas plantas toleram temperaturas em torno de 15°C, especialmente na fase de microsporogênese, com esterilidade inferior a 15%, indicando assim, tolerância a essa condição.

A aplicação do estresse térmico não interferiu significativamente na produção de grãos por balde, o qual foi influenciada apenas pelo efeito principal de genótipo, conforme mostram os dados da Tabela 2.

Tabela 2. Produção de grãos por balde de nove genótipos de arroz, na média de dois regimes térmicos.

<i>GENÓTIPOS</i>	<i>PRODUÇÃO (g)</i>
SC 854	46,43 ab
Epagri 106	59,91 a
SC 806	64,74 a
SC 859	62,28 a
SC 850	56,47 ab
SC 491	47,71 ab
SC 836	36,08 b
SC 755	46,60 ab
Epagri 109	36,22 b
CV % = 21,84	

*Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

A maiores produções de grãos por balde foram observadas nos genótipos SC 806, SC 859 e na cultivar Epagri 106., os quais foram significativamente mais produtivos do que a linhagem SC 836 e a cultivar Epagri 109. A ausência de efeito significativo das baixas temperaturas na microsporogênese sobre a produção de grãos pode estar relacionada à capacidade compensatória da planta. Neste sentido, as plantas submetidas ao estresse podem ter compensado a produção de grãos quando colocadas novamente na casa de vegetação. Isso pode ter ocorrido porque os perfilhos atingem a fase de microsporogênese em diferentes momentos, podendo assim compensar ou não esse estresse térmico sofrido. Ou seja, as plantas submetidas ao frio, embora com maiores índices de esterilidade, parecem compensar o menor número de grãos, enchendo com mais eficiência os grãos que restaram.

De maneira geral, as baixas temperaturas podem reduzir significativamente a produtividade, sendo assim um grande limitante para a cultura do arroz irrigado. A ausência de efeito do estresse térmico sobre a produção de grãos por balde (Tabela 2) e a pequena discriminação entre os genótipos na percentagem de espiguetas estéreis (Tabela 1) sugerem a necessidade de estudos mais detalhados sobre os genótipos avaliados, as temperaturas utilizadas e o período de imposição do estresse. Yoshida (1981) cita que o

período de duração do estresse é de grande importância, pois a temperatura de 12°C pode não induzir esterilidade, se ocorrer em períodos menores que 48 horas. Porém pode ocasionar 100% de esterilidade quando essa exposição ao frio for por um período de mais de seis dias consecutivos, dependendo da suscetibilidade do material.

CONCLUSÕES

1. A cultivar Epagri 109 foi o único genótipo de teve a porcentagem de espiguetas incrementada pela exposição a baixas temperaturas na microsporangêese.
2. A produção de grãos por balde dos genótipos avaliados não foi afetada pela imposição do estresse térmico na microsporangêese.

AGRADECIMENTOS

À Epagri-EEI, por toda infraestrutura necessária e apoio para realização desse trabalho. À FAPESC e CNPq pelo apoio financeiro para a realização do trabalho. Ao CAV-UDESC, pelo ensino gratuito e de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 436-443, 2000.
- MARSCHALEK, R.; ROZZETTO, D.S.; STUKER, H. EBERHARDT, D.S.; RAIMONDI, J.V.; SANTOS, S.B.; PORTO, G.; PAZINI, B.S.; SOUZA, N.M. Seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados à região de elevada altitude, sujeita a baixas temperaturas. In: Congresso Brasileiro De Arroz Irrigado, 8., 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013, p.181-184.
- MARSCHALEK, R.; ANDRADE, de A.; STUKER, H.; RAIMONDI, J.V.; PORTO, G.; SANTOS, S.B dos. Avaliação de linhagens e cultivares de arroz irrigado em região de elevada altitude e baixa temperatura média, no Alto Vale do Itajaí. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 7., 2011, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí, SC: Epagri, 2011. 1 v. p. 183 – 186.
- SOUZA, N.M de. **Tolerância a baixas temperaturas na fase de microsporangêese em genótipos de arroz irrigado**. 2015. 93 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2015.
- SOUZA, P.R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado, no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**. Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9- 11, 1990.
- STEINMETZ, S. et al. **Macrozoneamento climático para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 20 p. (Documentos, 137).
- STINGHEN, J, C. **Caracterização de cultivares de arroz irrigado quanto à dormência e tolerância ao frio na germinação**. 2015. 135 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2015.
- TERRES, A.L.; RIBEIRO, A.S.; MACHADO, M.O. Progress in breeding for cold tolerance semidwarf rice in Rio Grande do Sul, Brazil. In: TEMPERATURE RICE CONFERENCE. Yanco. **Proceedings...** Riverina: Charles Sturf University, 1994. p.43-50.
- TORRES TORO, E.A. **Avaliação de linhagens de arroz (Oryza sativa L.) suscetíveis e tolerantes a baixas temperaturas em cruzamentos dialélicos parciais**. 2006. 143 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- YOSHIDA, S. **Growth and development of the rice plant**. In: Fundamentals of rice crop science. Los Baños, 1981. chap. 1, p. 1-63. (IRRI. Research Paper Series, 1).