

PRODUTIVIDADE, ESTERILIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS EM ARROZ IRRIGADO SOB DIFERENTES TEMPERATURAS NA FASE REPRODUTIVA EM 2016/17 – 2017/18

Natalia Maria de Souza¹; Rubens Marschalek²; Luis Sangoi³; Francieli Weber Stürmer⁴; Angelo Mendes Massignam⁵; Wilian da Silva Ricce⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, antese, altas temperaturas, calor, qualidade de grãos

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um cereal amplamente cultivado, podendo ser produzido em diferentes condições ambientais, sistemas de produção e regiões, desta maneira, as plantas ficam sujeitas à ocorrência de temperaturas desfavoráveis durante seu crescimento e desenvolvimento.

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para a cultura do arroz, podendo prejudicar o cultivo em todas as fases, da germinação até a maturação de grãos (FAGUNDES, 2009; UHLMANN et al., 2013; REINOSO, VARÓN & DÍAZ, 2014). O período reprodutivo apresenta maior suscetibilidade à ocorrência de altas temperaturas, sendo prejudicial à cultura quando ocorre em níveis extremos, principalmente durante a fase da antese, onde a ocorrência de ventos quentes afeta seriamente a fecundação dos estigmas, reduzindo o número de grãos formados (EBERHARDT & SCHIOCCHET, 2015). A aparência dos grãos de arroz é prejudicada quando o desenvolvimento dos grãos se dá sob temperatura elevada, tornando-os gessados, o que afeta no polimento dos grãos e na quebra dos mesmos durante o beneficiamento (BECKLES & THITISAKSAKUL, 2013).

Diante da instabilidade térmica cada vez menos previsível e da constância de mudanças climáticas nos últimos anos, a ocorrência de altas temperaturas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do arroz é comum no sul do Brasil, que abrange os dois maiores produtores nacionais deste cereal, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Apesar da evolução no aumento da produtividade até os dias atuais, nos anos em que se observa a ocorrência de condições meteorológicas adversas ao cultivo deste cereal, é comum que haja decréscimos acentuados na produção e qualidade de grãos (STEINMETZ & BRAGA, 2001).

Baseado nisso, este trabalho objetivou avaliar a produtividade, a esterilidade e os aspectos pós-colheita (rendimento de engenho, percentual de gesso e percentual de grãos inteiros e quebrados) de cinco genótipos da Epagri, em duas safras consecutivas, levando em consideração a temperatura do ar durante a fase da antese ao enchimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Epagri - Estação Experimental de Itajaí, durante as safras 2016/17 e 2017/18. O delineamento foi inteiramente casualizado com três repetições. Foram avaliados cinco genótipos, sendo quatro cultivares (SCS122 Miura, SCS121 CL, Epagri 109 e SCS116 Satoru) e uma linhagem (SC 676). Os genótipos foram escolhidos por terem sido estudados em relação ao comportamento frente à ocorrência de baixas temperaturas em trabalhos

¹ Eng. Agr., MSc., Doutoranda, UDESC/Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, Rua Julia Castelo Koeche, nº 128, CEP 88509-030, Lages – SC, naty_natynatalia@hotmail.com.

² Eng. Agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, rubensm@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. Agr., Dr., UDESC/CAV, luis.sangoi@udesc.br.

⁴ Eng. Agr., MSc., alumni UDESC/CAV, francieliweber@yahoo.com.br.

⁵ Eng. Agr., Dr., Epagri/Ciram, massigna@epagri.sc.gov.br; wilianricce@epagri.sc.gov.br.

conduzidos por Marschalek et al. (2013; 2015; 2017a), Souza (2015) e Souza et al. (2017), como forma de análise em casos distintos e extremos de estresses por diferentes temperaturas. Além disso, as cultivares escolhidas são largamente cultivadas no Estado de Santa Catarina.

As semeaduras foram realizadas em 29/09/2016 e 26/10/2017, a densidade de semeadura nos dois anos foi de 120 kg ha⁻¹, em parcelas de 2 x 5 m, em sistema pré-germinado com parcela útil colhida de 1,5 x 4 m (com colheitadeira automatizada Classic, Wintersteiger), determinando-se a produtividade. Os períodos de florescimento foram de 17/01/2017 a 29/01/2017 e de 05/02/2018 a 23/02/2018, e as colheitas ocorreram em 13/03/2017 e 22/03/2018. O manejo seguiu as recomendações de Eberhardt e Schiocchet (2015).

Para esterilidade, foram colhidas amostras de 1 m² de cada parcela, que após secagem foram debulhadas manualmente, e em seguida, separadas as espiguetas cheias e estéreis, que foram contadas através do contador de grãos Sanick ESC 2008. Após esses procedimentos, foi determinado o percentual de esterilidade de espiguetas das parcelas.

Para a avaliação dos aspectos relacionados ao rendimento industrial e qualidade de grãos, ou seja, aspectos de pós-colheita, foram pesadas amostras de 50 g de cada tratamento, que foram então processadas no engenho de prova (Suzuki) para a obtenção de arroz descascado e polido (arroz branco). Em seguida, as amostras foram submetidas a análise no scanner de grãos Image – Rice Grain Scanner da Selgron, que está ligado a um computador acoplado a um sistema digital de captura de imagens e um software de análise de grãos (MARSCHALEK et al., 2017b). As imagens obtidas são enviadas ao software, que analisa individualmente cada grão em toda a sua superfície. Dentre as 40 variáveis geradas pelo scanner para cada amostra, foram utilizadas o rendimento de engenho, o percentual de grãos inteiros e quebrados, percentual de grãos gessados e percentual de área gessada dos grãos.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da análise de variância, pelo programa Assisat Software Version 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016). Os valores de F foram considerados ao nível de significância de 5% (P<0,05). Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, também ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2016/17, a média das temperaturas máximas durante o cultivo, entre semeadura e colheita, foi de 28,1°C, sendo que no período do florescimento (R4) ao enchimento de grãos (R9) a média das temperaturas máximas foi de 30,5°C. Considerando apenas o florescimento a temperatura média foi 30,6°C, com máxima temperatura observada de 34,3°C (INMET, 2019). Na safra seguinte (2017/18), a média das temperaturas máximas durante o ciclo total, também foi de 28,1°C, porém no período do florescimento (R4) ao enchimento de grãos (R9) a média das temperaturas máximas foi de 28,5°C. Entretanto, considerando apenas o florescimento, a temperatura média foi de 28,2°C, com temperatura máxima observada de 30,9°C (INMET, 2019).

A análise de variância para produtividade apresentou-se significativa para genótipo e safra, não apresentando interação entre os fatores, demonstrando que os genótipos (Tabela 1), assim como as safras (Tabela 2), comportam-se diferentemente. Para esterilidade, rendimento de engenho e percentual de grãos inteiros, as análises de variância apresentaram significância apenas para as diferentes safras, (Tabela 2). Em relação a grãos quebrados, grãos gessados e área gessada, as análises foram significativas para a interação entre genótipo e safra (Tabela 3).

Entre os genótipos avaliados, a linhagem SC 676 apresentou-se como a mais produtiva (Tabela 1), assim como em trabalhos conduzidos por Souza (2015) e Marschalek et al. (2013; 2015; 2017) frente à ocorrência de baixas temperaturas, podendo-se apresentar como um genótipo promissor em relação à tolerância a estresses por extremos de temperatura. Além da linhagem SC 676, as cultivares SCS122 Miura e SCS116 Satoru também se apresentaram como as mais

produtivas, confirmando ser as cultivares da Epagri com o maior potencial produtivo.

Tabela 1. Produtividade (kg ha⁻¹) dos genótipos avaliados, na média das duas safras.

PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)					CV% = 7,27
SC 676	SCS122 Miura	SCS116 Satoru	Epagri 109	SCS121 CL	
13.070 a*	12.298 ab	11.962 abc	11.501 bc	10.760 c	

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Esterilidade de espiguetas (%), produtividade (kg ha⁻¹), rendimento de engenho (%) e grãos inteiros (%) em duas safras, na média de cinco genótipos.

	2016/17	2017/18	
ESTERILIDADE DE ESPIGUETAS (%)	17,3 a*	13,6 b	CV% = 21,92
PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)	11.123 b*	12.714 a	CV% = 7,27
RENDIMENTO DE ENGENHO (%)	64,8 b*	69,3 a	CV% = 4,74
GRÃOS INTEIROS (%)	55,1 b*	65,6 a	CV% = 5,03

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Grãos quebrados (%), grãos gessados (%) e área gessada (%) nas duas safras.

GENÓTIPOS/SAFRAS	GRÃOS QUEBRADOS (%)		GRÃOS GESSADOS (%)		ÁREA GESSADA (%)	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
SC 676	9,6 aB*	3,9 Ba	17,4 aA*	5,1 bA	13,8 aA*	2,7 bA
SCS122 Miura	15,2 aA	4,9 bA	7,3 aB	3,2 bAB	4,6 aB	1,8 bAB
SCS116 Satoru	5,8 aC	2,5 bA	6,4 aBC	2,8 bAB	3,3 aBC	1,5 bAB
Epagri 109	9,4 aB	3,3 bA	6,0 aBC	3,1 bAB	3,9 aBC	1,9 bAB
SCS121 CL	8,6 aB	3,8 bA	4,4 aC	1,5 bB	2,1 aC	0,6 bB
	CV% = 22,06		CV% = 20,10		CV% = 22,05	

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A safra 2016/17 apresentou média de produtividade inferior quando comparada a safra seguinte (2017/18), consolidando os resultados obtidos quanto à esterilidade (Tabela 2). A safra 2016/17 também apresentou os maiores valores de grãos quebrados, grãos gessados e área gessada (Tabela 3), o que corrobora os resultados de rendimento de engenho e grãos inteiros, que responderam de maneira inversa. Ou seja, a safra 2016/17, na qual ocorreram temperaturas mais elevadas, resultou em maior esterilidade e menor produtividade, bem como menor qualidade de grãos e rendimento de engenho, mostrando a tendência de que temperaturas mais elevadas durante a antese e enchimento de grãos afetam negativamente a produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado.

Entre os genótipos avaliados, a cultivar SCS122 Miura apresentou maior quantidade de grãos quebrados na safra 2016/17 (Tabela 3), na qual as temperaturas foram maiores durante o florescimento e enchimento de grãos, em contrapartida, na safra 2017/18, onde as temperaturas ficaram amenas, os genótipos não diferenciaram para a característica em questão. Para percentual de grãos gessados e área gessada, a linhagem SC 676 apresentou os valores mais altos, e quando se consideram as diferentes safras, essa linhagem demonstra aumentar o gessamento de grãos quando há ocorrência de altas temperaturas na fase da antese e enchimento de grãos.

CONCLUSÃO

1. A ocorrência de temperaturas mais elevadas durante o florescimento e enchimento de grãos na safra 2016/17 reduziu a produtividade, o rendimento de engenho e o percentual de grãos inteiros dos genótipos avaliados, e aumentou a esterilidade, porcentagem de grãos quebrados, gessados e a área gessada.
2. A linhagem SC 676 foi destaque em produtividade, porém foi o genótipo mais afetado

- em relação à qualidade de grãos;
3. As cultivares SCS122 Miura e SCS116 Satoru comprovaram seu potencial produtivo, destacando-se juntamente à linhagem SC 676, como as mais produtivas;
 4. As cultivares SCS116 Satoru, Epagri 109 e SCS121 CL apresentam padrão de qualidade de grãos similares quanto ao gessamento quando comparadas dentro de uma mesma safra.

AGRADECIMENTOS

À Equipe de Pesquisa “Projeto Arroz” da Epagri/Estação Experimental de Itajaí e seus funcionários, pela parceria na pesquisa e por toda infraestrutura, especialmente aos assistentes de pesquisa Samuel Batista dos Santos e Geovani Porto. À UDESC – CAV. À Fapesc, CNPq e Capes pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKLES, D.M.; THITISAKSAKUL, M. How environmental stress affects starch composition and functionality in cereal endosperm. **Starch Journal**, v.65, p.1-14. 2013.
- EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. (Org). **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (sistema pré-germinado)**. Florianópolis, SC: Epagri, 2015. 92 p.
- FAGUNDES, P.R.R. (Ed). **Arroz Irrigado: resultados de pesquisa do melhoramento genético para tolerância à estresses abióticos**, Embrapa Clima Temperado, 2007/2008. Pelotas: Embrapa, 2009. 57 p.
- INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 05 jun 2019.
- 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, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM/SOSBAI, 2013. v.1. 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015. Pelotas, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2015. p.116-119.
- MARSCHALEK, R.; HICKEL, E.R.; STÜRMER, F. W. Avaliação da produtividade de cultivares e linhagens de arroz irrigado em região de altitude, sujeita à baixas temperaturas, 2015/16 - 2016/17. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017. Gramado, RS. **Anais...** Gramado: SOSBAI, 2017a. p.1-4.
- MARSCHALEK, R.; SILVA, M.C.; SANTOS, S.B.; MANKE, J.R.; BIEGING, C.; PORTO, G.; WICKERT, E.; ANDRADE, A. Image – Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.89-97, 2017b.
- REINOSO, A.D.S.; VARÓN, G.G.; DÍAZ, H.R. Biochemical and physiological characterization of three rice cultivars under different daytime temperature conditions. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.74, n.4, p.373-379, 2014.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- SOUZA, N.M. **Tolerância a baixas temperaturas na fase de microsporogênese em genótipos de arroz irrigado**. 2015. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, 2015.
- SOUZA, N.M.; MARSCHALEK, R.; SANGOI, L.; WEBER, F.S. Spikelet sterility in rice genotypes affected by temperature at microsporogenesis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.12, p.817-821, 2017.
- STEINMETZ, S.; BRAGA, H.J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.429-438, 2001.
- UHLMANN, L.O.; STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B. Tendência secular de temperaturas mínimas e máximas causadores de esterilidade de espiguetas nas flores de arroz em Santa Maria, RS, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Pallotti, 2013. v.2. p.830-833.