

EFEITO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA FASE DE MICROSPOROGÊNESE EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO

Natalia Maria de Souza¹; Luis Sangoi²; Rubens Marschalek³; Ronaldir Knoblauch³; Fernando Panison⁴; Luciele Leolato⁵; Murilo Miguel Durlí⁵; Allan Diego Fistarol⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Esterilidade. Emborrachamento. Frio.

INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos fatores climáticos de maior importância para o crescimento, desenvolvimento e rendimento na cultura do arroz. Em todo o ciclo da cultura, a fase da microsporogênese é a mais sensível à ocorrência de frio, podendo reduzir drasticamente a produtividade e ser um limitante para a cultura (SOSBAI, 2014).

Na região Sul, onde estão os maiores produtores de arroz do Brasil (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), a ocorrência de baixas temperaturas durante o cultivo é comum. Como não há alternativas plausíveis para controlar as variações climáticas é necessário encontrar maneiras de escape para reduzir as perdas de produtividade causadas pela ocorrência indesejada do frio. Entre estas alternativas está a obtenção de cultivares tolerantes. Desta forma, é importante a condução de experimentos que forneçam subsídios para identificar genótipos tolerantes, mitigando a redução da produtividade com a ocorrência do frio nesta etapa crítica para a cultura.

Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito da redução da temperatura na fase da microsporogênese sobre a esterilidade de espiguetas e o rendimento de grãos em genótipos de arroz irrigado produzidos pela Epagri, bem como, identificar materiais tolerantes a ocorrência de baixas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Itajaí-SC, na Estação Experimental da Epagri, durante o ano agrícola de 2013/14. A implantação do ensaio foi feita em baldes, com utilização de ambiente controlado (câmara de crescimento e casa de vegetação).

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema multifatorial e três repetições. O primeiro fator correspondeu aos genótipos utilizados: três linhagens (SC 491, SC 676 e SC 681) e dois cultivares (Epagri 109 e SCS 116 Satoru). O segundo fator, as temperaturas: 9, 12, 15, 18 e 21°C, as quais cada genótipo foi submetido por três dias na fase da microsporogênese. Para cada tratamento, foi mantida uma testemunha à temperatura ambiente, correspondendo ao terceiro fator. Assim, totalizaram-se 150 unidades experimentais no ensaio (5 x 5 x 3 x 2).

Foram semeadas 12 sementes por balde, quando as plantas atingiram o estágio V2 da escala de Counce et al. (2000), realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se quatro plântulas por balde. Um segundo desbaste foi realizado quando as plantas alcançaram o estágio V6, deixando-se duas plantas por balde.

Os baldes ficaram na casa de vegetação do estágio S0 até o R2 (semeadura ao emborrachamento). Em R2, foram marcados seis perfilhos por balde, na fase da 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

¹ Eng. Agr., Mestranda em Produção Vegetal, CAV-Udesc, R. Julia Castelo Koeche, nº 128, Lages – SC, CEP 88509-030. naty_natynatalia@hotmail.com.

² Eng. Agr., Ph.D, Professor titular do Departamento de Agronomia, CAV-Udesc.

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri – Estação Experimental de Itajaí.

⁴ Eng. Agr., Doutorando, CAV-Udesc.

⁵ Eng. Agr. Mestrando, CAV-Udesc.

acima da lígula da penúltima folha). Como os perfilhos não atingem ao mesmo tempo esta fase, eles foram marcados quando a distância entre as lígulas estavam entre -1 cm e 2 cm.

Após marcação, os baldes correspondentes as temperaturas foram transferidos para a câmara de crescimento para aplicação dos regimes térmicos por três dias, enquanto que as testemunhas, também marcadas, permaneceram na casa de vegetação. Após os três dias, os baldes retornaram para a casa de vegetação, onde permaneceram até o momento da colheita. Finalizado o ciclo da cultura, realizou-se a colheita das panículas marcadas individualmente e do restante das plantas em bulk/balde. Em seguida, realizou-se debulha das panículas e a separação, contagem e pesagem dos grãos cheios e vazios, determinando-se, o percentual de esterilidade e o rendimento para cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F, ao nível de significância de 5%. Quando os valores foram significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, também ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para o caráter esterilidade de grãos dos bulks evidenciou que houve interação tripla (genótipo x temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que cada material respondeu de maneira diferenciada, conforme variação de temperatura e aplicação ou não do estresse térmico. Sendo assim, houve necessidade do desdobramento desta interação, a fim de avaliar a influência destes fatores para cada genótipo (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de esterilidade dos bulks em genótipos de arroz irrigado sob diferentes temperaturas, em relação à testemunha. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade dos Bulks (%)						
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116 Satoru	MÉDIA
9°C F	100,00 aA	100,00 aA	43,33 bA	100,00 aA	33,47 bABC	75,36
9°C T	13,20 aC	18,30 aCD	24,60 aAB	18,73 aCD	14,27 aC	17,82
12°C F	22,10 bBC	47,90 aB	38,47 abAB	35,83 abBCD	39,50 abAB	36,76
12°C T	17,97 aBC	14,30 aD	17,20 aB	16,47 aD	13,83 aC	15,95
15°C F	30,97 aBC	39,53 aBC	26,97 aAB	40,83 aBC	47,47 aA	37,15
15°C T	30,60 aBC	19,87 aCD	31,23 aAB	22,70 aBCD	20,60 aBC	25,00
18°C F	29,37 abBC	41,30 aBC	19,57 aAB	45,13 aB	33,73 abABC	33,82
18°C T	39,63 aB	35,97 aBCD	41,27 aAB	31,10 aBCD	35,33aABC	36,66
21°C F	28,17 aBC	34,23 aBCD	25,80 aAB	29,63 aBCD	31,93 aABC	29,95
21°C T	27,37 aBC	29,00 aBCD	36,60 aAB	22,33 aBCD	28,03 aABC	28,67
MÉDIA	33,94	38,04	30,50	36,27	29,82	
CV% = 27,15						

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

Todos os genótipos apresentaram percentuais de esterilidade similares ao da testemunha quando submetidos à 21°C na fase da microsporogênese. Isto indica que os genótipos não sofreram estresse térmico nesta temperatura.

A temperatura de 9°C foi a mais crítica para os materiais, causando esterilidade de 100% na Epagri 109, SC 491 e SC 681, 43,33% na SC 676 e 33,47% para o cultivar SCS 116 Satoru. A menor percentagem de esterilidade apresentada pelo cultivar SCS 116 Satoru na temperatura de 9°C contrariou a expectativa teórica do trabalho, pois este cultivar foi escolhido em função da sua sensibilidade ao frio apresentada em trabalhos conduzidos por Marschalek et al. (2013). Para 12°C, houve diferença significativa entre o cultivar Epagri 109 e a linhagem SC 491, que apresentaram menor e maior esterilidade, respectivamente. À 18°C, a linhagem SC 676 foi a que apresentou menor esterilidade, juntamente com os cultivares Epagri 109 e SCS 116 Satoru. Nas temperaturas de 15 e 21°C não houve diferença entre os materiais em relação ao percentual de esterilidade registrado nos bulks.

A esterilidade nas panículas colhidas separadamente apresentou interação dupla (genótipo x estresse térmico/testemunha e temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que quando foi aplicado estresse térmico, os genótipos e as temperaturas separadamente responderam de maneira diferenciada das testemunhas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Percentagem de esterilidade das panículas em genótipos de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco temperaturas. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade das Panículas (%)						
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116 Satoru	MÉDIA
Estresse Térmico	43,02 bcA	59,47 aA	39,66 cA	54,94 abA	55,27 abA	50,47
Testemunha	24,07 aB	23,75 aB	29,78 aB	21,05 aB	23,21 aB	24,37
MÉDIA	33,55	41,61	34,72	37,99	39,24	
CV% = 33,02						

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

Tabela 3. Percentagem de esterilidade de panículas em arroz irrigado sob diferentes temperaturas em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Esterilidade das Panículas (%)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	98,25 aA	51,20 bA	40,71 bcA	34,34 cdA	27,86 dA	50,47
Testemunha	17,29 bB	18,45 bB	23,61 abB	36,06 aA	26,45 abA	24,37
MÉDIA	57,77	34,82	32,16	35,20	27,15	
CV% = 33,02						

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

Considerando as panículas marcadas, os materiais não submetidos ao estresse térmico apresentaram o mesmo percentual de esterilidade, independente do genótipo (Tabela 2). Em contrapartida, nos materiais submetidos às temperaturas, a maior esterilidade foi registrada nas linhagens SC 491, SC 681 e no cultivar SCS 116 Satoru. A linhagem SC 676 apresentou a menor percentagem de esterilidade. Todos os genótipos apresentaram maior esterilidade quando sofreram estresse térmico do que suas testemunhas. A Tabela 3 mostra que, independente do genótipo avaliado, a temperatura de 9°C foi a que promoveu maior esterilidade, seguida por 12 e 15°C. As temperaturas de 18 e 21°C não diferiram de suas testemunhas, mostrando que o nível de estresse por elas provocado foi baixo.

A produtividade dos bulks foi afetada pela interação dupla (temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando diferença quando da aplicação do estresse térmico sob diferentes temperaturas. Na Tabela 4 pode-se observar o desdobramento desta interação.

Tabela 4. Produtividade dos bulks de arroz irrigado sob diferentes temperaturas em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade dos Bulks (g balde ⁻¹)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	1,24 dB	15,13 cB	38,37 bB	51,57 aA	45,82 abA	30,43
Testemunha	43,87 bA	54,83 aA	49,03 abA	46,13 abA	52,21 abA	49,21
MÉDIA	22,55	34,98	43,70	48,85	49,01	
CV% = 25,92						

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

Não houve diferença na produtividade dos bulks dos cinco genótipos. Apenas as diferentes temperaturas, juntamente com o fator estresse térmico/testemunha, foram responsáveis pelas variações da produtividade. Esta variável respondeu inversamente à diminuição de temperatura. Assim, as menores produtividades foram registradas nas temperaturas de 9°C e 12°C. Quando as temperaturas aplicadas foram de 18 e 21°C, não houve diferença de produtividade dos materiais com suas respectivas testemunhas.

Na produtividade das panículas, houve interação dupla (genótipo x estresse térmico/testemunha e temperatura x estresse térmico/testemunha), indicando que com estresse térmico, os tratamentos comportaram-se diferentemente das testemunhas (Tabelas 5 e 6).

A Tabela 5 mostra que, para a linhagem SC 676, não houve diferença na produtividade com ou sem aplicação de estresse térmico, ao contrário dos demais genótipos, que diminuíram seu rendimento quando sofreram com a aplicação das temperaturas. Em função

disto, o genótipo que apresentou maior produtividade, quando submetido ao estresse térmico, foi a linhagem SC 676, que diferiu significativamente dos demais materiais.

Tabela 5. Produtividade das panículas dos genótipos de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco temperaturas. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade das Panículas (g panícula ⁻¹)							
	Epagri 109	SC 491	SC 676	SC 681	SCS 116	Satoru	MÉDIA
Estresse Térmico	1,49 bB	1,37 bB	2,12 aA	1,21 bB	1,13 bB	1,13 bB	1,46
Testemunha	2,41 abA	2,87 aA	2,36 abA	2,31 bA	2,28 bA	2,28 bA	2,45
MÉDIA	1,95	2,12	2,24	1,76	1,70	1,70	
CV% = 26,11							

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

Tabela 6. Produtividade das panículas de arroz irrigado em relação à testemunha, considerando a média de cinco genótipos. Itajaí – SC, 2013/2014.

Produtividade das Panículas (g panícula ⁻¹)						
	9°C	12°C	15°C	18°C	21°C	MÉDIA
Estresse Térmico	0,04 cB	0,83 bB	1,89 aB	2,20 aA	2,36 aA	1,46
Testemunha	2,67 aA	2,22 aA	2,74 aA	2,25 aA	2,35 aA	2,45
MÉDIA	1,35	1,52	2,31	2,22	2,35	
CV% = 26,11						

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

Na Tabela 6 verifica-se que a produtividade final respondeu diretamente ao aumento da temperatura. Desta forma, quando houve aplicação das menores temperaturas, a produtividade foi reduzida. Quando as temperaturas aplicadas foram de 18 e 21°C, não houve diferença de produtividade dos materiais com suas respectivas testemunhas.

CONCLUSÕES

1. As maiores taxas de esterilidade e menores produtividades foram observadas quando as plantas foram submetidas às temperaturas de 9°C e 12°C na microsporogênese.
2. Nas temperaturas de 18 e 21°C o comportamento das plantas assemelhou-se com os das suas testemunhas.
3. A linhagem SC 676 apresentou maior tolerância às baixas temperaturas do que os demais genótipos, mostrando-se promissora para gerar um cultivar que apresente desempenho agrônomo adequado para regiões propensas ao frio no sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Epagri-EEI, por toda infraestrutura necessária para realização do trabalho. À FAPESC e CNPq pelo apoio financeiro a realização do trabalho através do edital 022/2010 Repensa.

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, Rubens et al. Seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados à região de elevada altitude, sujeita a baixas temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Pallotti, 2013. 1v. p. 181-184.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2014. 192 p.
- YOSHIDA, Shouichi. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. 279 p.