

PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO EM REGIÃO DE ALTITUDE, SUJEITA A BAIXAS TEMPERATURAS, SAFRAS 2017/18 E 2018/19

Rubens Marschalek¹; Natalia Maria de Souza²; Ester Wickert³; Alexander de Andrade³; Laerte Reis Terres³; Angelo Mendes Massignam⁴; Willian Ricce⁴; Luis Sangoi⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, frio, estresse abiótico, melhoramento, esterilidade

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um cereal cultivado em diversas regiões do mundo, e a ocorrência de frio na fase de implantação da cultura concorre para um lento estabelecimento da lavoura e gera falhas no estande. Na fase reprodutiva este estresse aumenta a taxa de esterilidade das espiguetas, reduzindo a produtividade.

O estágio mais sensível do arroz é a microsporogênese (R2-R3) mas na antese (R4) os danos também são evidentes (ROZZETTO et al., 2015; MARSCHALEK et al., 2019) e se devem à não fertilização pela indeiscência de anteras e/ou imaturidade dos grãos de pólen. Os sintomas de dano pelo frio na fase reprodutiva são a má exposição (exserção) da panícula e seu retorcimento, manchas nas espiguetas e principalmente esterilidade destas, cujo resultado são grãos vazios. O uso de cultivares tolerantes à baixas temperaturas poderia amenizar estas perdas. A temperatura limite tolerada pelo arroz na fase reprodutiva é de 15-17°C (SOSBAI, 2018), sendo temperaturas de 9 ° a 12° C especialmente danosas (SOUZA et al., 2017).

Em Santa Catarina, segundo maior produtor de arroz do Brasil, o Alto Vale do Itajaí constitui-se importante região produtora. Esta região, de maior altitude (de 300 a 600 m), sujeita a lavoura de arroz à ocorrência de frio durante seu desenvolvimento. As cultivares de arroz da Epagri tem ótimo potencial produtivo, entretanto a eventual ocorrência de baixas temperaturas na fase reprodutiva limita o potencial produtivo destas cultivares.

O melhoramento para tolerância ao frio em arroz baseia-se não raro na seleção fenotípica em nível de campo, o que é uma tarefa difícil, pois trata-se fenômeno abiótico, cuja ocorrência e intensidade são imprevisíveis. Desde 2007/08 a Epagri desenvolve esforços nesta área e conduz anualmente ensaios para seleção fenotípica visual no outono/inverno em Itajaí (SC), além de avaliações de genótipos em época normal de cultivo nas áreas de elevada altitude (500-600m acima do nível do mar), nos municípios de Rio do Campo e Mirim Doce (SC) (MARSCHALEK et al., 2011; 2013; 2015; 2017). Muitos dos genótipos bem sucedidos nestes experimentos tem sido avaliados, em ambiente controlado, usando-se câmara de crescimento, expondo as plantas a baixas temperaturas na microsporogênese e antese (ROZZETTO et al., 2015; SOUZA et al., 2017; STÜRMER et al., 2019). As análises lideradas pela Epagri na última década, em estreita colaboração principalmente com a UDESC/CAV, demonstram que há variabilidade para tolerância ao frio na fase reprodutiva. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de cultivares e linhagens de arroz em regiões de altitude, sujeitas, naturalmente, a menores temperaturas na fase reprodutiva do arroz irrigado.

¹ Eng. Agr. Dr.sc.agr.; Epagri/Estação Experimental de Itajaí, Rod. Antônio Heil 6800, 88.318-112, Itajaí, SC, Brasil; rubensm@epagri.sc.gov.br.

² Enga. Agra. Me. UDESC/CAV Doutoranda, naty_natynatalia@hotmail.com

³ Eng. Agr. Dr.sc.agr.; Epagri/Estação Experimental de Itajaí, esterwickert@epagri.sc.gov.br; alexanderdeandrade@epagri.sc.gov.br; laerteterres@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng. Agr. Dr. Epagri/Ciram, massigna@epagri.sc.gov.br; willianricce@epagri.sc.gov.br

⁵ Eng. Agr. Dr. Prof. UDESC/CAV, luis.sangoi@udesc.br

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziram-se dois experimentos, em 2017/18 e 2018/19, na localidade de Volta Grande (Mirim Doce-SC), a uma altitude de 516 m (27°11'28,65"S; 50°10'22,67"O). O delineamento foi blocos casualizados com três repetições. Durante a safra de 2017/18 foram avaliados 38 genótipos, sendo eles 33 linhagens e cinco cultivares testemunha. A densidade de semeadura foi de 160 kg ha⁻¹ em 17/18 e de 180 kg ha⁻¹ em 18/19 em parcelas de 3 x 4 m, havendo o primeiro sido semeado em 5/10/2017 e o segundo em 4/10/2018. Usou-se o sistema pré-germinado com uma área útil colhida na parcela de 4 m². As últimas colheitas nos dois experimentos foram respectivamente 27/3/2018 e 20/3/2019.

As adubações e demais tratamentos fitossanitários seguiram as recomendações da Epagri (EBERHARDT e SCHIOCCHET, 2015), porém sem tratamento com fungicidas. As condições climáticas foram aferidas com os dados de Rio do Campo (INMET), município vizinho à Mirim Doce, mas com 600m de altitude. As médias de produtividade dos genótipos foram submetidas à análise da variância (software ASSISTAT Versão 7.7 pt, 2018) e comparadas empregando-se Scott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2017/18 a temperatura média na fase reprodutiva foi de 21,28 °C, enquanto a média das mínimas foi de 17,67° C (primeira antese em 15/1/18 e última em 10/2/18). Nesta fase ocorreram temperaturas iguais ou inferiores a 17°C em 19 dias. Ao nível do mar (Itajaí), no mesmo período, as temperaturas média e mínima média foram de 24,07° C e 20,69° C respectivamente. Já em 2018/19, a temperatura média na fase reprodutiva na região de altitude foi de 22,33° C, enquanto a média das mínimas no período foi de 19,39° C (primeira antese em 5/1/19 e última em 7/2/19). No período reprodutivo houve 5 dias nos quais as temperaturas foram iguais ou inferiores a 17° C. Já em baixa altitude (Itajaí), as médias foram de 25,57° C e 22,15° C respectivamente. Para o cálculo das temperaturas na fase reprodutiva considerou-se o período 15 dias anterior à primeira antese até 7 dias depois da última antese, ou seja, microsporogênese até antese (31/12/2017 a 17/2/2018 na primeira safra, e de 21/12/18 a 14/2/19 na segunda). Considerou-se antese quando a parcela apresentou 50% das panículas emitidas (exsertas).

As análises de variância para produtividade mediante análise conjunta das duas safras resultou em diferenças significativas entre os genótipos avaliados, bem como diferença significativa entre as duas safras, com interação Genótipo x Safra. Três linhagens promissoras agruparam-se, nos dois experimentos, na categoria mais produtiva (em negrito na Tabela 1).

Na safra 2017/18, na qual ocorreram baixas temperaturas na fase reprodutiva (fevereiro 2018) 10 linhagens apresentaram produtividade superior a 9.000 kg ha⁻¹ (Tabela 1), diferindo significativamente da melhor testemunha, a SCS122 Miura (8779 kg ha⁻¹). Coerentemente, neste grupo encontra-se a SC 676, apontada como significativamente menos estéril em condições controladas (SOUZA et al., 2017), além da SC 806, confirmada como tolerante ao frio na fase reprodutiva em condições controladas de frio na microsporogênese (STÜRMER et al., 2019) Também a SC 817 (SCH-06-1558-5) vem apresentando bom desempenho nos cultivos de campo em região de altitude desde 2011/12 – 2015/16, voltando a se destacar nos dois anos do presente estudo em ensaios sob elevada altitude (MARSCHALEK et al., 2013; 2015; 2017).

Mesmo em 2018/19, um ano de temperaturas elevadas no Alto Vale do Itajaí na fase reprodutiva do arroz (Fevereiro 2019), confirmam-se como destaque as linhagens SC 676, a SC 817, acrescidas, entre outras, da SC 806 (Tabela 1). Entre os genótipos com um histórico estável de desempenho produtivo nas regiões de altitude do Alto Vale do Itajaí, incluindo o presente estudo, estão a SC 817, SC 676 e a SC 806 (MARSCHALEK et al., 2013; 2015; 2017). A SC 911 também se

destacou no presente estudo, além de apresentar baixa esterilidade sob frio em condições controladas de frio na safra 2018/19 (dados não publicados).

Tabela 1: Produtividade média de genótipos de arroz irrigado durante as safras de 2017/18 e 2018/19, e a produtividade dos genótipos comuns aos dois anos (análise conjunta).

2017/2018		2018/2019		Anava Conjunta 2017/2018		2018/2019
Genótipo	kg.ha ⁻¹	Genótipo	kg.ha ⁻¹	Genótipo	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹
SC 911	10853 a	SC 843	11302 a	SC 911	10853 a A	9929 a A
SC 817	10739 a	SC 676	11165 a	SC 817	10739 a A	10256 a A
SC 806	10586 a	SC 792	11116 a	SC 806	10586 a A	9733 a A
SC 676	10462 a	SC 790	10678 a	SC 676	10462 a A	11165 a A
SC 775	9871 b	SC 1010	10654 a	SC 775	9871 a A	9820 a A
SC 787	9823 b	SC 878	10379 a	SC 787	9823 a A	8124 b B
SC 792	9765 b	SC 992	10285 a	SC 792	9765 a A	11116 a A
SC 843	9184 b	SC 817	10256 a	SC 843	9184 b B	11302 a A
SC 917	9154 b	SCS122 Miura	10037 a	SC 917	9154 a B	9191 a B
SC 863	9093 b	SC 911	9929 a	SC 863	9093 a B	8426 a B
SC 841	8958 c	SC 775	9820 a	SC 878	8981 a B	10379 a A
SC 878	8981 c	SC 908	9782 a	SCS122 Miura	8779 a B	10037 a A
SC 849	8891 c	SC 806	9733 a	SC 896	8668 a B	7900 a B
SC 966	8806 c	SC 990	9562 a	SC 908	8443 a B	9782 a A
SCS122 Miura	8779 c	SC 836 (SCS124)	9476 a	SC 790	8267 b B	10678 a A
SC 896	8668 c	SC 1004	9436 a	SCS121 CL	8249 a B	9045 a B
SC 859	8627 c	SC 814 CL	9366 a	SC 876	8226 a B	7706 a B
SC 967	8502 c	SC 917	9191 a	SC 877	8043 a B	8083 a B
SC 908	8443 c	SC 914	9164 a	SCS124 Sardo	8036 a B	9476 a A
SC 968	8411 c	SCS116 Satoru	9160 a	SC 914	7980 a B	9164 a B
SC 860	8309 c	SCS121 CL	9045 a	Epagri 106	7879 a B	7468 a B
SC 790	8267 c	SC 1012	8933 b	SCS116 Satoru	7689 b B	9160 a B
SCS121 CL	8249 c	SC 976	8771 b	SC 909	7561 a B	8154 a B
SC 876	8226 c	SC 993	8501 b	SC 907	6345 b B	8272 a B
SC 877	8043 c	SC 863	8426 b			
SC 836 (SCS124)	8036 c	SC 907	8272 b			
SC 918	8005 c	SC 909	8154 b			
SC 840	7993 c	SC 1001	8152 b			
SC 914	7980 c	SC 787	8124 b			
SC 857	7962 c	SC 877	8083 b			
Epagri 106	7879 c	SC 971	7925 b			
SCSBRS Tio Taka	7724 d	SC 896	7900 b			
SCS116 Satoru	7689 d	SC 998	7883 b			
SC 923	7670 d	SC 876	7706 b			
SC 909	7561 d	SC 987	7683 b			
SC 886	7198 d	SC 1006	7673 b			
SC 910	6800 d	Epagri 106	7468 b			
SC 907	6345 d	SC 891	7430 b			
		SC 982	7047 b			

CV (%) = 8,20
Scott-Knott 5%

CV (%) = 11,07
Scott-Knott 5%

CV (%) = 9,79
Scott-Knott 5%

Letras minúsculas compara valores na linha e letra maiúscula compara valores na coluna.

A linhagem SC 806 se destaca como promissora para regiões de altitude elevada, somando três safras de bons resultados (16/17 a 18/19), o que corrobora com os baixos índices de esterilidade e elevada produção de grãos quando exposta a baixas temperaturas na microsporigênese em ambiente controlado, estudos nos quais agrupou-se com a SC 491, com a testemunha tolerante Amaroo, e com a própria SC 817 (STÜRMER et al., 2019), esta última também confirmada como mais tolerante em condições controladas de frio na microsporigênese,

comparada a outras, em estudo de Marschalek et al. (2019). Nas avaliações de linhagens e cultivares conduzidas até então pela Epagri, os dados de diferentes estudos demonstram a consistência de estabilidade do comportamento de alguns genótipos em condições controladas de estresse por baixas temperaturas na fase reprodutiva e cultivo em regiões de altitude. O screening inicial sob frio em cultivos de outono-inverno, o cultivo em regiões de altitude, e a confirmação da tolerância em ensaios em condições controladas, demonstra eficiência na seleção de genótipos de arroz irrigado adaptados ao cultivo em regiões de elevada altitude em Santa Catarina

CONCLUSÃO

Nos dois anos agrícolas apresentados, há um grupo de linhagens que se destaca, e que tem ratificado seus desempenhos em experimentos de safras anteriores. Neste contexto, e mediante confirmações obtidas ainda por estudos em condições controladas, pode-se afirmar que as linhagens SC 676, SC 817 e SC 806 mostram-se adaptadas ao cultivo em regiões de altitude sujeitas a baixas temperaturas na fase reprodutiva.

AGRADECIMENTOS

Ao CIRAM/Epagri. Ao agricultor Elésio Gregorio Borghesan. Aos assistentes de pesquisa Samuel Batista dos Santos e Geovani Porto, e aos extensionistas Dirceu Schwarz e Ricieri Verdi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EBERHARDT, D.S., SCHIOCCHET, M.A. Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sist. pré-germinado). 3. ed. Florianópolis: Epagri, 2015. 92p.
- MARSCHALEK, R. ; ANDRADE, A ; Stuker,H ; RAIMONDI, J. V. ; PORTO, G. ; SANTOS, S. B. Avaliação de linhagens e cultivares de arroz irrigado em região de elevada altitude e baixa temperatura média, no alto vale do Itajaí. In: CONG. B. DE ARROZ IRR., 2011, Balneário C.. Anais... Itajaí: SOSBAI, 2011. v. 1. p. 183-186.
- 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 IRR., 8., 2013. Santa Maria. 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
- MARSCHALEK, R.; HICKEL, E. R. ; STURMER, 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: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO,10, 2017, Gramado. Anais.... Gramado: SOSBAI, 2017. p. 1-4.
- MARSCHALEK, R.; ERDMANN, L.F.; ROZZETTO,D.S. Esterilidade e peso de grãos em genótipos de arroz irrigado avaliados sob condições controladas de baixa temperatura na microsporogênese e antese. Balneário Camboriú. In: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO, 11., 2019 Anais... Itajaí: SOSBAI/Epagri, 2019.
- ROZZETTO, D.S.; MARSCHALEK, R.; STUKER, H.; RAIMONDI, J.V.; EBERHARDT, D.S.; KNOBLAUCH, R. Tolerância de genótipos de arroz irrigado submetidos a estresses por baixas temperaturas na fase reprodutiva. Agrop. Catarinense, v. 28, n.2, p.61-66, 2015.
- SOSBAI (SOC. SUL-BRAS. DE ARROZ IRRIGADO). Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. 205 p.
- SOUZA, N. M. DE ; MARSCHALEK, R. ; SANGOI, L. ; WEBER, F. S. . Spikelet sterility in rice genotypes affected by temperature at microsporogenesis. REV BRAS DE ENG AGRÍCOLA E AMBIENTAL, v. 21, p. 817-821, 2017.
- STÜRMER, F. W. ; MARSCHALEK, R. ; SANGOI, L. ; SOUZA, N.M. . Esterilidade de espiguetas e produção de grãos de genótipos de arroz irrigado submetidos a baixas temperaturas na microsporogênese. Agropecuária Catarinense, v. 32, p. 57-61, 2019.