

SCSBR126 DUETO: ARROZ RESILIENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Rubens Marschalek¹; Laerte Reis Terres²; Natalia Maria de Souza³; Luis Sangoi⁴; José Manoel Colombari Filho⁵

Palavras-chave: cultivar; extremos de temperatura; frio; calor; fase reprodutiva

Introdução

A produção de arroz no Brasil está concentrada na Região Sul, onde eventos extremos de temperatura estão sendo mais frequentes com o advento das mudanças climáticas. Baixas temperaturas (NAJEEB et al., 2021), bem como temperaturas muito altas (YE et al., 2021), causam esterilidade no arroz, diminuindo a produtividade, bem como a qualidade dos grãos. Isto coloca em risco a segurança alimentar do país, já que a produção de arroz brasileira é basicamente destinada ao consumo interno.

O Estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor de arroz irrigado do Brasil, com uma área cultivada de 145.740 ha (safra 2023/2024), o que representa 9% da área brasileira de arroz (PADRÃO, 2024). Cultivado em 86 municípios catarinenses, o arroz concentra-se no Litoral Sul (66,84%), Médio/Baixo Vale do Itajaí e Litoral Norte (23,19%), Alto Vale do Itajaí (7,09%) e Grande Florianópolis (2,88%). Dessa área total, 3,66% (5.476 ha) estão acima de 400 m de altitude, e essa cifra chega a 8,08% (12.095 ha) se forem consideradas altitudes acima de 300 m. 78,05% do cultivo do Estado está em altitudes de 0 a 50 m, e 11% na faixa de 50 a 100 m, com 2,63% entre 100 e 150 m. Não há cultivo entre 150 e 300 m (MARSCHALEK et. al., 2023b).

A altitude desempenha um papel importante na temperatura, que é decisiva para o arroz. Em Santa Catarina as baixas temperaturas afetam ocasionalmente o arroz, especialmente quando ocorrem no período reprodutivo da cultura, decorrentes de massas frias que invadem o Estado, prejudicando principalmente as lavouras nas regiões de altitude. Há estudos que indicam perdas anuais na produção de arroz devido ao frio que podem chegar a 60-80% (XIAO et al. 2021). No Brasil, temperaturas entre 15 e 19 °C são consideradas indutoras de esterilidade em genótipos de arroz irrigado (SOSBAI, 2022), sendo as fases mais críticas a microsporogênese (R2) e a antese (R4), sendo a primeira geralmente considerada a mais sensível delas (ROZZETTO et al., 2015, SOUZA et al., 2017, XIAO et al., 2021). Já as altas temperaturas reduzem a deiscência das anteras e as taxas de fertilidade do pólen. Alguns dados estimam que um aumento de 1 °C na temperatura reduziria a produtividade do arroz em 10%. Temperaturas acima de 35 °C durante o florescimento são críticas e prejudicam a fertilidade das espiguetas e a produtividade de grãos, podendo causar perdas de até 80% (BUU et al., 2021). Perdas por calor também foram relatadas em Santa Catarina (EBERHARDT, 2010), e a frequência destes episódios meteorológicos, e suas consequências na produtividade do arroz, foram detalhados por Souza (2020).

Uma das estratégias para aumentar a tolerância do arroz a temperaturas extremas é a seleção fenotípica e o melhoramento genético convencional (KHAN et al., 2019), apesar da temperatura ser um fator imprevisível e difícil de ser utilizado como agente seletivo em programas de melhoramento. No entanto, progressos têm sido alcançados na obtenção de cultivares tolerantes ao frio em Hokkaido, Japão (SHINADA et al. 2013) e também em locais de altitude no Quênia (SAMEJIMA et al. 2020). Apesar dos vultuosos recursos investidos nos modernos esforços biotecnológicos para tolerância ao frio e calor, parcisos progressos foram obtidos (XIAO et al., 2021, LV et al., 2019, NAJEEB et al. 2021, YE et al., 2021) e mesmo o uso da transgenia, para tolerância ao calor, não resultou em cultivares tolerantes nos últimos 20 anos (BUU et al. 2021).

¹ Dr.sc.agr., Epagri – EEI (Estação Experimental de Itajaí), Rod. Antônio Heil 6800, Itajaí, SC, Brasil, rubensm@epagri.sc.gov.br

² Dr.sc.agr., Epagri – EEI (Estação Experimental de Itajaí) laerteterres@epagri.sc.gov.br

³ Dr.sc.agr., UDESC/CAV, Lages – SC – Brasil. E-mail: naty_natynatalia@hotmail.com

⁴ Prof. Dr. UDESC/CAV, luis.sangoi@udesc.br ⁵ Dr.sc.agr., Embrapa Arroz e Feijão, jose.colombari@embrapa.br

Em 2008 a Epagri – Estação Experimental de Itajaí (EEI) iniciou estudos na área de tolerância de arroz ao frio, sendo apoiada pelo CNPq e Fapesc. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar a SCSBRS126 Dueto, uma nova variedade de arroz irrigado desenvolvida pela Epagri, conjuntamente com a Embrapa, e com o apoio do Centro Agroveterinário da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV).

Material e Métodos

A nova cultivar SCSBRS126 Dueto, que foi codificada como SC 806 enquanto linhagem experimental, foi lançada em solenidade na EEI a 23/6/2023. É oriunda do cruzamento simples entre Irga IRGA 424 a BRS Pampa (realizado em 2008 na Embrapa Arroz e Feijão). Até 2011/12 seu desenvolvimento foi conduzido pela Embrapa e Epagri, e posteriormente os avanços, avaliações detalhadas e validações ocorreram na Epagri (MARSCHALEK et al., 2023b, 2023c).

Em avaliações fenotípicas conduzidas em campo no outono (EEI), a SC 806 foi promissora, sendo assim inserida em experimentos de primavera-verão a 600 m de altitude (Rio do Campo, SC) de 2014/15 até 2015/16, e a 500 m em 2016/17 (Mirim Doce - SC), onde seu bom desempenho a alçou aos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de 2017/18 a 2021/22 (MARSCHALEK et al., 2015, MARSCHALEK et al., 2017a, MARSCHALEK et al., 2019a). A partir de 2013, a SC 806 passou a participar de experimentos de estresse por temperatura em câmara de crescimento controlado, conduzidos na Epagri-EEI em parceria com a UDESC/CAV. As análises dos grãos se deram em engenho de prova (MT.08 - Suzuki), e Image Rice Grain Scanner (Selgron) (MARSCHALEK et al., 2017b).

Resultados e Discussão

Como resultado de 15 anos de esforços, a Epagri, em conjunto com a Embrapa, apoiada pela UDESC/CAV, disponibilizou, para a safra 2023/2024, a SCSBRS126 Dueto (RNC/MAPA 48358, e SNPC/MAPA 20230006). O nome “Dueto” é alusivo à parceria interinstitucional entre Epagri e Embrapa e à dupla aptidão da nova variedade, que é tolerante a baixas e altas temperaturas na fase reprodutiva, além de ser um tributo ao Eng.- Agr. Dr. Orlando Peixoto de Moraes (in memoriam), da Embrapa, e Eng.- Agr. Me. Richard Elias Bacha, da Epagri.

As características agronômicas/morfológicas da SCSBRS126 Dueto foram descritas por Marschalek et. al (2023b). A SCSBRS126 Dueto apresenta ciclo tardio em SC (142-144 dias). Seu perfilhamento, caráter indicador de tolerância à altas temperaturas (VISAKH et al., 2024), é excelente. Sua arquitetura é moderna e as folhas eretas, pilosas, porém curtas. Tem moderada suscetibilidade às doenças. É suscetível ao acamamento em sistema pré-germinado em altitudes inferiores a 400 m, e médio-suscetível em altitudes superiores (MARSCHALEK et al., 2023c). Não foi observado acamamento nos experimentos (semeadura direta) no Rio Grande do Sul (RS).

A SCSBRS126 Dueto apresentou produtividade competitiva com as cultivares testemunhas nos VCUs de SC (pré-germinado), e o mesmo bom desempenho foi alcançado nos ensaios de VCU no RS, na semeadura direta em solo seco (Tabela 1) (ANAVA feita via GENES/UFV).

Apresenta grãos longos, finos e translúcidos, com baixa porcentagem de número de grãos gessados e área gessada, além de boa qualidade de renda para arroz beneficiado. Sensorialmente atende muito bem às expectativas do mercado brasileiro. A SCSBRS126 Dueto é adequada à parboilização e o tempo de maceração deve ser de 6 horas à temperatura de 60 °C (Certificado nº 0421, 09/03/2020 - LabGrãos/UFPel), o que indica um comportamento de parboilização semelhante ao das principais cultivares da Epagri.

A principal característica da SCSBRS126 Dueto é a capacidade de tolerar frio e calor na fase reprodutiva, o que é evidenciado por menores taxas de esterilidade em comparação com as cultivares controle quando exposta a temperaturas diurnas de 15-17 °C e noturnas de 10-12 °C, ou de 38 °C diurnas e 28-30 °C noturnas, durante 3-4 dias. Isso foi comprovado em experimentos de estresse controlado e, no caso de frio, também validado por dois casos de estresse natural em campo (STÜRMER et al., 2017, STÜRMER et al., 2019, SOUZA et al., 2022, MARSCHALEK et

al., 2019b, FACCHINELLO et al., 2022, MARSCHALEK et al., 2022, MARSCHALEK et al., 2023a). A sobreposição de tolerâncias ao frio e calor no período reprodutivo já foi reportada por Xiong (2013). No entanto, avaliações anuais a campo no outono na EEI demonstram que ela apresenta apenas mediana tolerância ao frio nas fases vegetativas. Estima-se que na safra 2025/26 a variedade ocupe de 50 a 60% da área de arroz irrigado de Santa Catarina.

Tabela 1. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) da SCSBRS126 Dueto em SC e testemunhas em ensaios VCU de sistema pré-germinado em duas safras (4 locais – Itajaí, Massaranduba, Mirim Doce e Turvo); e no RS comparada às testemunhas, em ensaios VCU em semeadura em solo seco em duas safras (4 locais - Alegrete, Uruguaiana, Capão do Leão e Santa Vitória do Palmar).

| Cultivar | Produtividade média kg ha^{-1} | |
|-----------------|---|-------------------------------|
| | SC ¹ (17/18-19/20) | RS ² (20/21-21/22) |
| SCSBRS126 Dueto | 10.290a | 11667a |
| SCS116 Satoru | 9.408a | |
| SCS122 Miura | 9.984a | |
| BRS Pampeira | | 11386a |
| BR-IRGA 409 | | 9907b |

^{1,2} Médias com diferentes letras são significativamente via Teste Scott Knott a 1% probabilidade (ANAVA via GENES/UFV) com CV 8.5 % ⁽¹⁾ e CV 9.38 % ⁽²⁾

Conclusões

Na fase reprodutiva a SCSBRS126 Dueto é resiliente não somente às baixas, como também às altas temperaturas, o que se traduz por menores índices de esterilidade de espiguetas, quando comparada a outras cultivares. Seu cultivo é recomendado em áreas de arroz pré-germinado em Santa Catarina, especialmente acima de 400 m de altitude. Sua produtividade de grãos é competitiva com a de outras cultivares e o risco de acamamento é mediano acima de 400m e alto abaixo disso, exigindo manejos cuidadosos e específicos com relação à densidade de semeadura, irrigação e adubação. Também é recomendada para o Estado do Rio Grande do Sul, pelo menos em sistema de semeadura direta em solo seco.

Agradecimentos

Ao CNPq (projeto 402214/2008-0 - Desenvolvimento de cultivares de arroz para sistema irrigado visando a obtenção de tolerância a estresses bióticos e abióticos, 2009-2012) e Fapesc (projeto 6980/10-9 - Chamada Pública - CP- 12/2009 - Avanços tecnológicos em arroz irrigado para a Região do Alto Vale do Itajaí, 2010-2012); Fapesc CP 17/2023; à Acapsa, e ao Sindarroz-SC; Geovani Porto, Samuel Batista dos Santos e Antônio Carlos Contezini, havendo este último liderado a demanda à Epagri pela busca de cultivares tolerantes ao frio para o Alto Vale do Itajaí.

Referências

- BUU, B.C., CHAN, C.Y., LANG, N.T. Molecular Breeding for Improving Heat Stress Tolerance in Rice: Recent Progress and Future Perspectives. In Hossain M.A., et al. Molecular Breeding for rice abiotic stress tolerance and nutritional quality. Wiley Blackwell, Hoboken, p.92-119, 2021.
- EBERHARDT, D.S. Altas temperaturas afetam produtividade e qualidade do arroz irrigado do Estado. Agropecuária Catarinense, Florianópolis 23: 12. 2010
- FACCHINELLO, P.H.K. et al. Avaliação de linhagens de arroz irrigado Epagri submetidas à estresse de frio na microsporogênese. In: XII Cong. Bras. de Arroz Irrigado. Resumos...Santa Maria: SOSBAI. 2022
- KHAN, S. et al. Mechanisms and Adaptation Strategies to Improve Heat Tolerance in Rice. A Review. Plants 8: 508, 2019
- LV, Y. et al. Current understanding of genetic and molecular basis of cold tolerance in rice. Molecular Breeding 39:159, 2019.

MARSCHALEK, R. et al. Avaliação de genótipos de arroz irrigado em região de elevada altitude, sujeitos a baixas temperaturas 2013/14 - 2014/15. In: IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos... Pelotas: SOSBAI, 2015.

MARSCHALEK, R. et al.. Avaliação da produtividade de cultivares e linhagens de arroz irrigado em região de altitude, sujeita à baixas temperaturas, 2015/16 - 2016/17. In: X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos...Gramado: SOSBAI, 2017a.

MARSCHALEK, et al. Image - Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17: 89-97, 2017b

MARSCHALEK, R. et al. Produtividade de cultivares e linhagens de arroz irrigado em região de altitude, sujeita a baixas temperaturas, safras 2017/18 e 2018/19. In: XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos...Balneário Camboriú: SOSBAI, 2019a

MARSCHALEK, R. et al. Esterilidade e peso de grãos em genótipos de arroz irrigado sob condições controladas de baixa temperatura na microsporogênese e antese. In: XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos...Balneário Camboriú: SOSBAI, 2019b

MARSCHALEK, R. et al. Comportamento de linhagem de arroz irrigado tolerante à frio (SC806) sob ocorrência de baixas temperaturas de campo, na fase reprodutiva, na safra 2020/21. In: XII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos Resumos...Santa Maria: SOSBAI, 2022

MARSCHALEK, R. et al. Avaliação de tolerância a baixas temperaturas em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa L.*) na fase reprodutiva em experimento a campo, durante evento climático espontâneo na safra 2019/2020. *Ciências Agroveterinárias*, Lages, 22:1, p.103-108, 2023a

MARSCHALEK, R. et al. SCSBRS126 Dueto: irrigated rice variety resilient to cold and heat at reproductive stage. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, MG, v.23:3, p.1-6, 2023b

MARSCHALEK et al. Cartilha: SCSBRS126 Dueto Cultivar de Arroz Irrigado tolerante a extremos de temperatura na fase reprodutiva. Florianópolis: Epagri. 12p. 2023c Disponível em: <https://sistemas.epagri.sc.gov.br/semob/consulta.action?subFuncao=consultaProdTecCientDetalhe&cdDoc=57923&epagriSite>. Acesso em 9 mar. 2025.

NAJEEB, S. et al. Genetics and Breeding of Low-Temperature Stress Tolerance in Rice. In: ALI J et al. (Ed.) Rice improvement: physiological, molecular Breeding and genetic perspectives. Metro Manila: Springer. p.221-279, 2021.

PADRÃO, G. Arroz. In: Síntese Anual da Agricultura de SC. Florianópolis: Epagri, 2024.

ROZZETTO, D.S. et al. Tolerância de genótipos de arroz irrigado submetidos a estresses por baixas temperaturas na fase reprodutiva. *Agropecuária Catarinense* 28: 61-66, 2015

SAMEJIMA, H. et al. A method for evaluating cold tolerance in rice during reproductive growth stages under natural low-temperature conditions in tropical highlands in Kenya. *Plant Production Sc.* 23: 466-476, 2020.

SHINADA, H. et al. Genetical and morphological characterization of cold tolerance at fertilization stage in rice. *Breeding Science* 63: p.197-204, 2013.

SOSBAI. Sociedade sul-brasileira de arroz irrigado Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Restinga Seca: SOSBAI. 198p, 2022.

SOUZA, N.M. et al. Spikelet sterility in rice genotypes affected by temperature at microsporogenesis. *Revista Agriambi* 21: p.817-821, 2017.

SOUZA, N.M. Estresse por altas temperaturas na antese em genótipos de arroz irrigado. 2020. 118f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). CAV/UDESC, Lages, SC, 2020.

SOUZA, N.M. et al. Tolerance of lowland rice (*Oryza sativa*) genotypes to heat stress at anthesis. *Agropecuária Catarinense* 35: p.50-54, 2022.

STÜRMER, F.W. et al. Esterilidade e produção de grãos de genótipos de arroz irrigado submetidos à baixa temperatura na fase de microsporogênese. In: X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumos...Gramado: SOSBAI, 2017.

STÜRMER, F.W. et al. Esterilidade de espiguetas e produção de grãos de genótipos de arroz irrigado submetidos a baixas temperaturas na microsporogênese. *Rev. Agropecuária Catarinense*, 32: 57-61. 2019

VISAKH, R.L. et al. Rice Heat Tolerance Breeding: a comprehensive review and forward gaze. *Rice Science*, 31:4, p.375-400, 2024

XIAO, N. et al. Molecular Breeding for improving Cold Tolerance in Rice: recent progress and future perspectives. In: HOSSAINMA et al. (Ed.). Molecular Breeding for rice abiotic stress tolerance and nutritional quality. Hoboken: Wiley Blackwell. p.120-130, 2021.

XIONG, L. Abiotic Stress Resistance In: ZHANG et al. (Ed.) *Genetics and Genomics of Rice*. New York: Springer. p.204-205, 2013.

YE, C. et al. Genetics and Breeding of Heat Tolerance in Rice. In: ALI J et al. (Ed.) Rice improvement: physiological, molecular Breeding and genetic perspectives. Metro Manila: Springer. p.203-219, 2021.