

AValiação DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO EM REGIÃO DE ALTITUDE, SUJEITA À BAIXAS TEMPERATURAS, 2015/16 - 2016/17

Rubens Marschalek¹; Eduardo Rodrigues Hickel²; Francieli Weber Stürmer³

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

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é de origem tropical, sendo um cereal cultivado em diversas regiões do mundo, sob diferentes condições climáticas e sistemas de produção e está sujeito à temperaturas desfavoráveis durante seu desenvolvimento. A ocorrência de frio na fase de implantação da cultura concorre para um difícil estabelecimento e gera falhas no estande, enquanto na fase reprodutiva aumenta a taxa de esterilidade das espiguetas, reduzindo a produtividade. O uso de eventuais cultivares tolerantes, da subespécie *indica*, poderia amenizar este risco. Em Santa Catarina, segundo maior produtor de arroz do Brasil, a Região do Alto Vale do Itajaí constitui-se num dos polos de produção. As altitudes das lavouras do Alto Vale do Itajaí (300 a 600 m) predispõem as mesmas à ocorrência de frio durante o desenvolvimento da cultura. A fase mais sensível é a microsporogênese (ROZZETTO et al., 2013; SOUZA, 2015; ROZZETTO et al., 2015). Também na antese os danos são evidentes (ROZZETTO et al., 2015; SOUZA, 2015) e são devidos à não fertilização pela indeiscência de anteras e/ou imaturidade de grãos de pólen. Os sintomas de dano pelo frio na fase reprodutiva são a má exposição da panícula, manchas nas espiguetas e principalmente esterilidade das mesmas, resultando em grãos vazios.

A temperatura limite tolerada pelo arroz na fase reprodutiva é 15-17°C (SOUZA, 2015; SOSBAL, 2016). As cultivares de arroz da Epagri tem ótimo potencial produtivo, entretanto são diversos os fatores que podem limitá-lo, entre eles está a ocorrência de baixas temperaturas na fase reprodutiva. O melhoramento para tolerância ao frio em arroz baseia-se geralmente na seleção fenotípica em nível de campo, o que é uma tarefa difícil, pois trata-se de um fator abiótico, cuja ocorrência e intensidade são imprevisíveis e incontroláveis. Desde 2007/08 a Epagri desenvolve atividades nesta área e conduz anualmente ensaios de campo no outono/inverno (Itajaí-SC-Brasil), além de avaliações de genótipos em época normal de cultivo nas áreas de elevada altitude (600m acima do nível do mar), na região do Alto Vale do Itajaí (MARSCHALEK et al., 2011; MARSCHALEK et al., 2013; MARSCHALEK et al., 2015). Muitos dos genótipos bem sucedidos nestes experimentos tem sido avaliados quanto à tolerância a baixas temperaturas, em ambiente controlado, usando-se câmara de crescimento, expondo as plantas à baixas temperaturas na Microsporogênese e Antese (ROZZETTO et al., 2013; SOUZA, 2015; ROZZETTO et al., 2015). Os dados acumulados pela Epagri demonstram que há variabilidade para tolerância ao frio na fase reprodutiva, mesmo em linhagens oriundas de um programa de melhoramento que usava genitores dos quais se desconhecia a sensibilidade ou tolerância ao frio. O mesmo ocorre em Hokkaido (Japão), onde também se constatou o surgimento de linhagens tolerantes ao frio mesmo sem uma seleção prévia neste sentido. Ademais, não se percebeu, no programa de melhoramento de Hokkaido, nenhuma relação entre o grau de tolerância ao frio na fase reprodutiva com o pedigree dos cultivares (SHINADA et al., 2013). Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de cultivares e linhagens de arroz em condições potenciais de estresse por frio na fase reprodutiva, identificando possíveis genótipos mais adaptados ao cultivo em regiões de altitude, sujeitas

¹ Eng. Agr. Dr., Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí-SC-Brasil e-mail: rubensm@epagri.sc.gov.br

² Eng. Agr. Dr., Epagri – Estação Experimental de Itajaí, Itajaí-SC-Brasil e-mail: hickel@epagri.sc.gov.br

³ Eng. Agr.^a, Mestranda em Produção Vegetal, UDESC/CAV, francieliweber@yahoo.com.br

a baixas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, um em 2015/16, e outro em 2016/17, respectivamente nas propriedades de Antônio Carlos Contezini (Rio do Campo - SC), a uma altitude de 596 m (26°53'19,58"S; 50°11'47,08"N), e na propriedade de Elésio Gegerio Borghesan (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 2015/16 foram avaliados 53 genótipos, sendo eles 50 linhagens e três cultivares testemunha. Na safra 2016/17 foram avaliados 33 genótipos (30 linhagens e 3 cultivares testemunha). Nos dois anos as testemunhas foram as cultivares Epagri 106, Epagri 109, SCS116 Satoru. A densidade de semeadura nos dois anos (e locais) foi de 160 kg ha⁻¹, em parcelas de 2 x 3 m em 29/10/2015 e parcelas de 3,0 x 4,0 m em 5/10/2016. Adotou-se o sistema pré-germinado com uma área útil colhida na parcela de 1 m² em 2015/16 e 2 m² em 2016/17. As últimas colheitas nos dois experimentos foram respectivamente 30/3/2016 e 28/3/2017.

As adubações e demais tratamentos fitossanitários seguiram as recomendações da Epagri (EBERHARDT e SCHIOCCHET, 2015), porém sem tratamento com fungicidas. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias para os genótipos foram comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de significância, ambas feitas através da rotina do Excel DSASTAT (versão 1.101, Onofri, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2015/16 a temperatura média durante o cultivo foi de 21,4^o C, as máximas tiveram uma média de 21,9^o C e as mínimas uma média de 20,9^o C (INMET), sendo que em 15 dias houve temperaturas menores 17^o C na fase reprodutiva (microsporogênese até antese). Já em 2016/17, entre a semeadura e a colheita, a temperatura média durante o cultivo foi de 20,9^o C, as máximas tiveram uma média de 21,5^o C e as mínimas uma média de 20,3^o C (INMET), sendo que durante a fase reprodutiva houve 8 dias com temperaturas inferiores a 17^o C. A análise de variância para o caráter produtividade de grãos avaliados para as duas safras resultou em diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Houve interação Genótipo x Ano, portanto, o comportamento dos genótipos não pode ser generalizado para diferentes anos.

Na safra 2015/16, 15 linhagens apresentaram produtividade superior a 6.500 kg ha⁻¹ (Tabela 1), diferindo significativamente da testemunha SCS116 Satoru (4.980 kg ha⁻¹). Coerentemente, neste grupo encontra-se também a SC 676, apontada por Souza (2015) como significativamente menos estéril sob frio em condições controladas. Também a SC 817 (SCH-06-1558-5) se destacou em 2015/16 como promissora, o que também foi avaliado por estudos realizados durante quatro safras a 596 m de altitude, havendo sido o genótipo mais produtivo em 2011/12 e 2012/13 (8.370 kg ha⁻¹), o que novamente foi coerente com a produtividade obtida em 2013/14 e 2014/15, que foi de 8.880 kg ha⁻¹ contra 5.850 kg ha⁻¹ da testemunha SCS116 Satoru (MARSCHALEK et al., 2013; MARSCHALEK et al., 2015).

Da mesma forma, em 2016/17, oito linhagens tiveram desempenho superior à média das testemunhas de ciclo longo (SCS116 Satoru e Epagri 109, respectivamente 9.687 e 8.881 kg ha⁻¹) (Tabela 1). Entre os genótipos mais produtivos tanto em 2015/16 quanto em 2016/17 destacamos as linhagens SC817; SC676, SC 877, SC 792, SC 775, SC 849 e SC 782. Pelo histórico, destaca-se a linhagem SC817, como promissora, acumulando agora seis safras de resultados excepcionais em região de altitude elevada. Já a SC 491, um genótipo com panícula multiespigueta, se mostrou inconstante ao longo dos anos nas avaliações do Alto Vale do Itajaí (MARSCHALEK et al., 2011; MARSCHALEK et al., 2013; MARSCHALEK et al., 2015), o que também se repetiu em 2015/16 e 2016/17.

Nas avaliações de linhagens e cultivares conduzidas até então pela Epagri, reconhece-

se a dificuldade em assegurar que a seleção para tolerância a frio seja efetiva nas condições citadas neste estudo, seja nas investigações paralelas também já citadas (cultivo de outono-inverno). No entanto, os dados são consistentes ao longo dos anos. Além do mais, desenvolvendo-se a 596/516 m de altitude, os genótipos são expostos naturalmente à uma temperatura média menor do que no restante do Estado, o que de certa forma favorece a seleção de materiais adaptados àquela condição de altitude e clima

Tabela 1. Produtividade média de genótipos durante as safras de 2015/16 e 2016/17, e a produtividade média dos genótipos comuns aos dois anos.

2015/2016			2016/2017			Conjunta 2015/2016 - 2016/2017		
Genótipo	kg.ha ⁻¹		Genótipo	kg.ha ⁻¹		Genótipo	kg.ha ⁻¹	
SC 877	7367	a	SC 806	10861	a	SC 792	8689	a
SC 792	7103	a	SC 840	10636	a	SC 877	8683	a
SC 790	7098	a	SC 792	10276	a	SC 775	8480	a
SC 882	7050	a	SC 775	10233	a	SC 782	8410	a
SC 676	6995	a	SC 877	9999	a	SC 849	8376	a
SC 877	6948	a	SC 841	9986	a	SC 806	8314	a
SC 782	6934	a	SC 849	9972	a	SC 676	8266	a
SC 681(SCS122 Miura)	6827	a	SC 782	9885	a	SC 790	8258	a
SC 849	6779	a	SCS116 Satoru	9687	b	SC 817	8032	a
SC 775	6727	a	SC 891	9658	b	SC 841	7955	a
SC 491	6708	a	SC 676	9537	b	SC 876	7918	a
SC 859	6702	a	SC 790	9418	b	SC 787	7860	a
SC 787	6637	a	SC 878	9403	b	SC 859	7826	a
SC 876	6601	a	SC 876	9234	b	SC 777	7638	a
SC 863	6531	a	SC 843	9233	b	SC 863	7629	a
SC 831	6305	b	SC 842	9228	b	SC 843	7625	a
SC 846	6282	b	SC 777	9145	b	SC 842	7516	a
SC 786	6140	b	SC 854	9139	b	SC 884	7334	b
SC 777	6132	b	SC 817	9116	b	SCS116 Satoru	7333	b
SC 888	6120	b	SC 787	9083	b	SC 854	7274	b
SC 788	6118	b	SC 884	8999	b	SC 491	7145	b
SC 686	6087	b	SC 859	8950	b	SC 786	7140	b
SC 889	6062	b	Epagri 109	8881	b	SC 860	7140	b
SC 860	6049	b	SC 863	8727	b	SC 880	6960	b
SC 843	6017	b	SC 857	8381	c	SC 836	6849	b
SC 755	5999	b	SC 860	8231	c	SC 857	6725	b
SC 736	5968	b	SC 786	8141	c	SC 886	6515	b
SC 841	5924	b	SC 880	8055	c	Epagri 109	6446	b
SC 880	5865	c	SC 836	7879	c	Epagri 106	6077	b
SC 836	5820	c	SC 491	7583	d	SC 838	6012	b
SC 842	5804	c	Epagri 106	7405	d			
SC 753	5795	c	SC 886	7338	d			
SC 806	5767	c	SC 838	6991	d			
SC 797	5744	c						
SC 887	5706	c						
SC 886	5691	c						
SC 884	5669	c						
SC 844	5630	c						
SC 834	5620	c						
SC 856	5542	c						
SC 890	5471	c						
SC 854	5409	c						
SC 835	5206	d						
SC 850	5132	d						
SC 853	5113	d						
SC 857	5068	d						
SC 838	5033	d						
SCS116 Satoru	4980	d						
Epagri 106	4748	d						
SC 584	4633	d						
SC 881	4335	d						
SC 811	4271	d						
Epagri 109	4012	d						

Médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

CONCLUSÃO

As linhagens e cultivares testadas apresentaram produtividades distintas, portanto demonstrando adaptação diferenciada aos sítios de altitude no qual foram avaliadas. Considerando-se os sítios de seleção, pode-se inferir que exista, entre outras, variabilidade genética entre eles para a tolerância a baixas temperaturas. Neste contexto, e mediante confirmações obtidas por estudos em condições controladas, pode-se afirmar que a SC 676, SC 817 e SC 792 apresentam perspectivas de se constituírem em cultivares tolerantes a baixas temperaturas, caso sejam canceladas agrônômica, sensorial e industrialmente. Também a SC 877, SC 775, SC 849 e SC 782 mostram-se promissoras. A seleção de genótipos adaptados a regiões de elevada altitude em Santa Catarina demonstra consistência e coerência ao longo dos anos.

AGRADECIMENTOS

A Antônio C. Contezini e Elésio G. 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. INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 3 jun. 2015.
- 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. Bras. Arroz Irrigado, 2011, Balneário Camboriú. **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 IRRIGADO, 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
- ONOFRI. DSAASTAT a new EXCEL® VBA **Macro to perform basic statistical analyses of field trials** (2011). URL <http://accounts.unipg.it/~onofri/DSAASTAT/DSAASTAT.htm>
- ROZZETTO, D.S.; MARSCHALEK, R.; STUKER, H. EBERHARDT, D.S.; RAIMONDI, J.V.; SANTOS, S.B.; PORTO, G.; PAZINI, P.S.; SOUZA, N.M. Tolerância ao frio em genótipos de arroz irrigado expostos a baixas temperaturas em câmara de crescimento no estágio reprodutivo. In: CONG. BRAS. DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/SOSBAI, 2013, p.185-188
- 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.
- SHINADA, H.; IWATA, N.; FUJINO, K. Genetical and morphological characterization of cold tolerance at fertilization stage in rice. **Breeding Science**, v. 63, p. 197-204, 2013.
- SOSBAI (SOC. SUL-BRAS. DE ARROZ IRRIGADO). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2016. 197 p.
- SOUZA, N.M. **Tolerância a baixas temperaturas na fase de microsporogênese em genótipos de arroz irrigado**. 2015. 93p. Dissertação (Me) – UDESC, Lages.