

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM REGIÃO DE ELEVADA ALTITUDE E BAIXA TEMPERATURA MÉDIA, NO ALTO VALE DO ITAJAÍ

Rubens Marschalek¹; Alexander de Andrade²; Henri Stuker³; Juliana Vieira Raimondi⁴; Geovani Porto⁵; Samuel Batista dos Santos⁵

Palavras-chave: frio, estresse abiótico, produtividade, melhoramento,

INTRODUÇÃO

Na Região do Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina, são cultivados aproximadamente 11.500 ha de arroz irrigado por 1.100 pequenos produtores, com área média de 10 ha. O potencial produtivo das cultivares mais recentemente desenvolvidas e disponibilizadas aos produtores pela Epagri é superior a 10 t/ha (MARSCHALEK et al., 2008). Na Região do Alto Vale do Itajaí a produtividade média do arroz é de 8,0 t/ha, com registros de produtividades de até 14 t/ha no município de Agronômica.

Os principais fatores que limitam a produtividade da cultura do arroz na região do Alto Vale do Itajaí são causados por pragas e doenças, a competição com plantas daninhas e a ocorrência de baixas temperaturas. A elevada altitude das lavouras implica numa probabilidade relativamente alta da ocorrência de temperaturas baixas durante os diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, o que reduz a produtividade e a qualidade de grãos do arroz. Este problema é particularmente observado na região do Alto Vale do Itajaí, principalmente nos municípios de maior altitude, pois as lavouras situam-se numa faixa aproximada de 300 a 600m. Como exemplo, no município de Rio do Campo, a produtividade média das lavouras de arroz é inferior a 6,0 t/ha, sendo a baixa produtividade diretamente associada a baixas temperaturas, especialmente no período reprodutivo. Na safra 2007/08, estimou-se perdas médias de produtividade da ordem de 30% e 50%, respectivamente para a região do Alto Vale e para o município de Rio do Campo.

O uso de genótipos tolerantes ao frio seria uma alternativa para minimizar os prejuízos provocados pela temperatura baixa. Atualmente, as cultivares recomendadas e usadas pelos agricultores da região não apresentam tolerância ao frio, de forma que a produção está sempre em risco, considerando que temperaturas baixas podem ocorrer com certa frequência, especialmente à noite, mesmo nas épocas mais quentes do ano. A tolerância ao frio tem sido um desafio para o melhoramento, pois a característica é complexa e controlada por genes que atuam independentemente nos períodos germinativo, vegetativo e reprodutivo. Durante a fase reprodutiva o arroz é especialmente sensível a temperaturas baixas e frustrações de safra são inevitáveis.

O melhoramento genético para a tolerância a temperaturas baixas apresenta dificuldades relacionadas ao tipo de herança do caráter, que é de natureza quantitativa e altamente influenciado pelo ambiente e cuja seleção no campo têm baixa precisão pela instabilidade e imprevisibilidade da ocorrência do estresse. Em países como a Austrália, China, Japão, Coréia do Sul, Nepal e Estados Unidos o problema do frio na cultura do arroz vem sendo estudado há muito tempo, e já foram estabelecidas estratégias a serem utilizadas em programas de melhoramento (SERAFIN, 2003). No Brasil, consideráveis esforços para obter genótipos tolerantes ao frio também foram feitos pelo IRGA e Embrapa-Clima Temperado (CRUZ et al., 2005; ROSSO et al., 2005; FAGUNDES et al., 2008).

O período de desenvolvimento da planta mais suscetível ao frio varia conforme a

¹ Eng. agr. Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5224, rubensm@epagri.sc.gov.br.

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

³ Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, stuker@epagri.sc.gov.br

⁴ Bióloga, M.Sc., Doutoranda Recursos Genéticos Vegetais (CCA/UFSC)

⁵ Téc. Agrícola, Assistente de Pesquisa, Epagri/Estação Experimental de Itajaí

região de cultivo devido as diferenças de clima e de solo. Na germinação, os danos causados pelo frio são o atraso, desuniformidade e diminuição na porcentagem de germinação. Durante o período vegetativo pode ocorrer atraso no desenvolvimento da planta com redução da estatura, morte das plântulas e amarelecimento das folhas, pois o cloroplasto é diretamente afetado pelas baixas temperaturas causando danos ao aparelho fotossintético e à molécula de clorofila (STHAPIT et al., 1995). No período reprodutivo, os sintomas de danos são má exposição da panícula, esterilidade e manchas nas espiguetas (SOUZA, 1990). Nos últimos anos, experimentos conduzidos em nível de laboratório (VIEIRA et al., 2007; VIEIRA et al., 2009; VIEIRA, 2009) e de campo (dados não publicados), de fevereiro a junho, na Estação Experimental de Itajaí (EEI), em conjunto com a Embrapa-Cenargen e Embrapa-CNPAF, confirmaram a existência de variabilidade para tolerância a temperaturas baixas, mesmo em genótipos obtidos no programa de melhoramento da Epagri, a partir de cruzamentos cujo objetivo não era a tolerância a esse estresse. Isso indica boas possibilidades de encontrarem-se genótipos tolerantes a baixas temperaturas, e assim adaptados ao cultivo em regiões de elevada altitude. A partir destes ensaios, materiais promissores foram selecionados, além de outros oriundos do programa de melhoramento, sendo o objetivo verificar o comportamento produtivo destes genótipos sob condições de cultivo em região de elevada altitude, isto é, com temperatura média mais baixa, e risco de frio.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na propriedade do agricultor Antônio Carlos Contezini, na localidade de Rio Azul (26°53'19,58"S; 50°11'47,08"N, 596 m altitude), município de Rio do Campo (SC) durante as safras de 2009/10 e 2010/11. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com duas repetições, sendo testadas 15 linhagens e cultivares em 2009/10 e 36 em 2010/11.

Os genótipos foram semeados a lanço, em parcelas de 1,5 x 2,5 m em 23/10/09 e 27/10/2010 (120Kg de sementes/ha), sob cultivo em sistema pré-germinado, executado conforme preconizado pela Epagri (2005). A adubação foi a seguinte: 250 kg/ha da fórmula 18.15.22 aos 20 dias após a semeadura; aos 30 dias após a semeadura 45 kg.ha⁻¹N e aos 60 dias mais uma dose de 33,75 kg.ha⁻¹N.

O ensaio foi coberto com rede antipássaros quando os primeiros genótipos iniciaram o florescimento. A colheita foi efetuada retirando-se no primeiro ano uma amostra de 0,53 x 1,035 m (0,54855m²), e no segundo ano, 1m². Os genótipos foram comparados quanto a produtividade, sendo procedida análise de variância através do software SAEG (UFV) em cada safra agrícola, e ao final, fez-se uma análise conjunta englobando os 12 genótipos comuns aos dois anos agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade encontram-se na Tabela 1. Para o ano 2009/10, encontraram-se diferenças significativas para tratamentos (genótipos) na análise de variância (P=0,0069; CV=17,68%), sendo a linhagem multiespigueta SC491ME a mais produtiva, seguida pela Epagri 109 (testemunha local). Em 2010/11 também houve diferença significativa entre genótipos (P=0,00, CV= 9,83%) sendo a mais produtiva a Empasc 105, seguida novamente pela linhagem SC491ME. Submetendo-se os dados à uma análise conjunta com os 12 genótipos comuns aos dois anos agrícolas, obteve-se significância para ano e para genótipo (P=0,00; CV=15,68%), porém não foram significativas as interações repetição x ano, e ano x genótipo, o que mostra que estes genótipos mantiveram sua classificação produtiva quase inalterada nos dois anos. O genótipo mais produtivo na análise conjunta foi a linhagem SC491ME, seguida pela testemunha local (Epagri 109).

Em 2009/10 os genótipos floresceram de 20/1/2010 a 10/2/2010, e considerando-se que o estágio R₁ ocorreu aproximadamente 30 dias antes, detectou-se uma temperatura média diária, no período de 20/12/2009 a 20/2/2010, de 23,04°C, sendo as médias das temperaturas mínimas, neste período, igual a 19,35°C, portanto temperaturas acima do limite tolerado de 17°C (SOSBAI, 2010), embora durante 5 dias as temperaturas mínimas estiveram entre 16 e 17°C. No período 2010/11 o florescimento dos genótipos variou de 28/1/2011 a 28/2/2011, e incluindo-se na fase crítica da cultura, além da antese, o período de R₁ até o florescimento, chega-se a uma temperatura média diária, no período de 28/12/2010 a 28/2/2011, de 22,54°C, e a média das temperaturas mínimas de 19,32°C. Neste período houve nove dias nos quais a temperatura mínima foi de 17°C (Fonte dos dados climáticos: Epagri/CIRAM). Assim, nos dois anos estudados, não houve significativa ocorrência de dias e noites frias na região, impossibilitando a seleção ou confirmação de tolerância de genótipos eventualmente adaptados à baixas temperaturas. Não obstante, o cultivo dos genótipos naquela localidade, a 596m acima do nível do mar, expôs os genótipos naturalmente à uma temperatura média menor do que no restante do estado. Convém mencionar que em experimentos de campo realizados na Estação Experimental de Itajaí, das 12 cultivares e linhagens, comuns aos dois anos agrícolas, avaliadas em Rio do Campo, apenas a SCS 114 Andosan, apresentou sintomas severos de danos foliares quando exposta a baixas temperaturas (dados não publicados).

CONCLUSÃO

Além da cultivar atualmente em maior uso em Rio do Campo (Epagri 109), há uma tendência de que outros genótipos desenvolvidos pelo programa de melhoramento da Epagri apresentem comportamento similar, ou superior (como a SC491ME), quanto à produtividade, restando ainda uma confirmação quanto ao comportamento destes numa situação extrema de exposição a baixas temperaturas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Projeto 402214/2008-0, a FAPESC, Projeto TO 6980/10-9, e a Secretaria de Desenvolvimento Regional de Taió. Nossos agradecimentos também ao Sr. Antonio Carlos Contezini pelo interesse e entusiasmo no desenvolvimento deste trabalho. A Epagri/CIRAM, pela cessão dos dados climáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, R. P.; NEVES, G.; SILVA, I. M. da. Comportamento de linhagens avançadas do IRGA quanto à esterilidade de espiguetas em duas épocas de semeadura (safra 2004/05). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Orium, 2005. v. 1, p. 102-104
- FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; STEINMETZ, S.; FRANCO, D. F.; FONSECA, G. de M. da; VON HAUSEN, L.; SEVERO, A. C. M. Melhoramento genético do arroz irrigado para tolerância ao frio - safras 2006/2007 e 2007/08... In: FAGUNDES, P. R. R. (Ed.). **Arroz irrigado: resultados de pesquisa do melhoramento genético para tolerância à estresses abióticos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 14-20. (Embrapa Clima Temperado. Doc., 257).
- MARSCHALEK, R.; VIEIRA, J.; SCHIOCCHET, M.A.; ISHIY, T. BACHA, R.E.; Melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 21, 54-56, 2008.
- ROSSO, A. F.; CRUZ, R. P.; RICACHENEVSKY, F. K. Avaliação de genótipos de arroz para tolerância ao frio nos estádios de germinação e plântula. In: CONG. BRÁS. DE ARROZ IRRIG., 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRR., 26., 2005, Santa Maria, RS. **Anais..** Santa Maria, RS: Orium, 2005. p. 41-43
- SERAFIN, D.C.S. Mapeamento de QTLs para tolerância ao frio e características de importância agrônômica em arroz. **Dissertação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003, 68p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO [SOSBAI]. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2010. 188p.
- SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI,

2010. 188p. BERTIN, P.; BOUHARMONT, J. Use of somaclonal variation and in vitro selection for chilling tolerance improvement in rice. **Euphytica**, Wageningen, v.96, p.135-142, 1997.

SOUZA, P. R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-11, 1990.

STHAPIT, B.R.; WITCOMBE, J.R. Inheritance of tolerance to chilling stress in rice during germination and plumule greening. **Crop Science**, Madison, v.38,p.660-665,1998.

VIEIRA, J. Acessos de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes a baixa temperatura no estágio de germinação. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2009, Porto Alegre. **Anais** CDRom. Porto Alegre : IRGA, 2009.

VIEIRA, J.; MARSCHALEK, R.; APPIO, K.T.; STUKER, H. Tolerância de arroz irrigado a baixa temperatura no estágio de germinação. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 5 e Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 27., 2007. Pelotas, SC. **Anais...** Pelotas, RS: CPACT, 2007. p.61-63, 2007.

VIEIRA, J.; ROCHA, F.; MARSCHALEK, R.; TULMANN-NETO, A. Seleção de plantas em famílias mutantes M2 com variabilidade genética para tolerância ao frio na germinação. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2009, Porto Alegre. **Anais...**CD Rom. Porto Alegre : IRGA, 2009.

Tabela 1. Produtividade média de genótipos em Rio do Campo (SC), a 596 m acima do nível do mar, durante dois anos (2009/10 e 2010/11), e respectiva análise conjunta de 12 genótipos comuns (2009-2011).

Produtividade 2009/10			Produtividade 2010/11		Produtividade 2009/10-2010/11			
Cultivar/Linhagem	kg.ha ⁻¹ *		Cultivar/Linhagem	kg.ha ⁻¹ **	Cultivar/Linhagem	kg.ha ⁻¹ *		
SC 491 (ME)	10893	a	Empasc 105	7971	a	SC 491 (ME)	9429	a
Test. local (Epagri 109)	10772	a	SC 491 (ME)	7964	a	Test. local (Epagri 109)	8348	ab
Mutante do SC342	10208	a	Linhagem 6739	7644	a	Mutante do SC213	8319	ab
Mutante do SC448	9660	a	Mutante do SC213	7552	a	Mutante do SC342	7940	abc
Mutante do SC213	9086	ab	SC 552	7425	a	Mutante do SC448	7639	abc
SCS 114 Andosan (testemunha suscetível)	8523	ab	Linhagem 6769	7304	a	Epagri 106	7158	abc
Mutante do Epagri 107	8328	ab	SC 584	6807	a	SCS 114 Andosan (testemunha suscetível)	7097	abc
Mutante do SC355	7841	ab	Epagri 106	6489	b	Sabbore (SC 155)	6711	abc
Epagri 106	7828	ab	SC 629	6396	b	Mutante do Epagri 107	6607	abc
Sabbore (SC 155)	7685	ab	Linhagem 6934	6357	b	EEl 49	6466	bc
Mutante do Epagri 106	7646	ab	SC 637	6263	b	Mutante do SC355	6388	bc
EEl 49	6948	ab	SC 626	6190	b	Epagri 107	5372	c
Bojuru (test. tol.: japon.)	6353	ab	SC 616	6145	b			
Epagri 107	5533	ab	EEl 49	5983	b			
Zenith	3377	b	SC 591	5980	b			
			SC 622	5951	b			
			Epagri 109	5924	b			
			SC 536	5886	b			
			SC 587	5818	b			
			SCS 116 Satotu	5763	b			
			Sabbore (SC 155)	5736	b			
			SC 605	5671	b			
			Mutante do SC342	5671	b			
			SCS 114 Andosan (testemunha suscetível)	5670	b			
			Mutante do SC448	5617	b			
			SC 598	5549	b			
			SC 619	5463	b			
			SC 621	5382	b			
			Epagri 107	5211	b			
			SC 471	5124	b			
			SC 583	5004	b			
			Mutante do SC355	4935	b			
			Mutante do Epagri 107	4887	b			
			Linhagem 6773	4757	b			
			Linhagem 6868	4006	b			

*Tukey 5% (CV=17,68%)

**Scott-Knott 5% (CV=9,84%)

***Tukey 5% (CV=15,68%)