

INDUÇÃO DE MUTAÇÃO EM GENÓTIPOS DE ARROZ SUBMETIDOS A ESTRESSE POR BAIXAS TEMPERATURAS NO ESTÁDIO GERMINATIVO

ALMEIDA, Helaine Claire Ferreira de¹ ; WOLTER, Daiana Döring¹ ; GROLI, Eder Liceri²; ZIMMER, Cristiano Mathias²; BARETTA, Diego³ ; LUZ, Viviane Kopp da⁴ ; FONSECA, Gabriela de Magalhães da⁵; KOPP, Maurício Marini⁶; MAIA, Luciano Carlos da⁷ ; COSTA DE OLIVEIRA, Antonio⁷.

¹ Acadêmica do curso de Agronomia FAEM/UFPel; ² Acadêmico do curso de Agronomia FAEM/UFPEL; ³ Mestrando CGF/FAEM/UFPel ; ⁴ Pós doutoranda, CGF/FAEM/UFPel; ⁵ Doutoranda CGF/FAEM/UFPel / Pesquisadora do IRGA; ⁶ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul; ⁷ Professor do Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel.

1 INTRODUÇÃO

O arroz irrigado é uma cultura de grande importância econômica para o Rio Grande do Sul, com uma produtividade média de 7.65 t ha⁻¹ (IRGA, 2011). Apesar dessa elevada produtividade, essa apresenta uma grande variação ao longo dos anos causada, fundamentalmente, pela instabilidades do ambiente de cultivo, como condições climáticas. Em condições de estresse por baixas temperaturas é observada uma baixa germinação das sementes, prejudicando o estande de plantas na lavoura. A semeadura em período de baixas temperaturas é realizada para que a floração do arroz não ocorra em condições de temperatura do ar inferior a 15 °C, que pode ocasionar decréscimo no rendimento de grãos (TERRES, 1985).

A identificação e a caracterização de variabilidade genética para tolerância ao estresse por baixas temperaturas são fatores de grande importância na obtenção de genótipos promissores que, no futuro, poderão ser utilizados em programas de melhoramento genético. A obtenção de variabilidade mediante o emprego de agentes mutagênicos tem sido amplamente utilizada, em função da capacidade de gerar uma ou mais características desejáveis, aprimorando cultivares já estabelecidas e desenvolvendo novos genótipos (MALUSZYNSKI, 1998). As alterações na sequência de bases do ácido desoxirribonucléico (DNA) ocorrem espontaneamente, mas também podem ser intensificadas por agentes mutagênicos físicos e químicos, como através da irradiação com raios gama (Co⁶⁰) e imersão em etilmetanosulfonato (EMS) (NÓBREGA, 1998).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade do agente mutagênico etilmetanosulfonato (EMS) de gerar variabilidade genética para tolerância a baixas temperaturas no estágio de germinação em arroz irrigado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) no Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF)

da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Sementes de 198 famílias mutantes de arroz (geração M₃), mais as cultivares BRS Querência e Nourim Mochi foram semeadas em rolos de papel umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e colocadas para germinar em câmara de germinação (BOD). As sementes foram submetidas a duas condições: 13 °C por 28 dias e 25 °C por sete dias (CRUZ e MILACH, 2004). O genótipo BRS Querência foi escolhido por ser reconhecido como sensível ao estresse por baixas temperaturas e o genótipo Nourim Mochi, como tolerante (FREITAS, 2009; CRUZ, 2009).

As famílias mutantes de arroz são pertencentes ao banco de germoplasma do CGF/FAEM/UFPeL, obtidas a partir da cultivar BRS Querência por meio do tratamento com mutagênico químico, etilmetanosulfonato (EMS), a uma concentração de 1,5% (v/v). O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com dez repetições, sendo que cada semente foi considerada uma unidade experimental. A variável avaliada foi o comprimento de coleóptilo. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com a utilização do programa computacional Genes (CRUZ, 2001). Para a comparação de médias, foi feito o desempenho relativo (DR) do comprimento do coleóptilo, comparando a temperatura 13 °C em relação aos 25 °C, de acordo com a equação: $DR = (X_{13\text{ °C}} / X_{25\text{ °C}}) \cdot 100$, onde x, representa o valor observado. Os dados referentes à porcentagem do desempenho relativo foram transformados em arco-seno da raiz quadrada de x/100.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados pela análise de variância (Tab. 1) permitem evidenciar diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, entre as famílias M₃ e as cultivares BRS Querência e Nourim Mochi para a variável analisada.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o desempenho relativo dos caracteres comprimento de coleóptilo (DR cc) de 198 famílias mutantes M₃ e as testemunhas BRS Querência e Nourim Mochi. FAEM/UFPeL-CGF, Pelotas-RS, 2011.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		DR cc
Genótipos	199	0,91*
Blocos	9	0,31
Resíduo	1791	0,03
Média Geral	-	0,51
CV (%)	-	33,39

*Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. GL= graus de liberdade.

Os resultados obtidos evidenciaram variabilidade genética entre as famílias avaliadas quando submetidas ao estresse por baixa temperatura. Verificou-se que, ocorreram famílias com médias significativamente diferentes das testemunhas,

sugerindo que a indução de mutação possa ter alterado algumas constituições genéticas.

Na Tab. 2, são apresentados os resultados do desempenho relativo do comprimento de coleóptilo em relação à testemunha BRS Querência, onde foi possível observar que 109 famílias (55,05% das famílias avaliadas) tiveram um comportamento semelhante ao da testemunha, sendo que apenas cinco famílias (2,52%) apresentaram um desempenho superior e o restante das famílias (42,42%) mostraram um comportamento inferior ao da testemunha. Essa fato indicou que a indução de mutação com EMS promoveu tanto o incremento como a diminuição na índice de tolerância ao estresse. Estes resultados permitem inferir que a indução de mutação foi eficiente na ampliação de variabilidade genética do caráter tolerância a baixas temperaturas, já que foram obtidas famílias mutantes com índices maiores de tolerância e sensibilidade que a cultivar original.

Quando foram comparadas as famílias mutantes com a testemunha tolerante (Tab. 3), 71 famílias (35,85% das famílias avaliadas), apresentaram um comportamento semelhante à testemunha, 125 famílias (63,13%) apresentaram desempenho inferior, sendo que apenas duas famílias (1,01%) obtiveram desempenho superior a cultivar Nourim Mochi.

Pesquisas anteriores sugerem que o comprimento do coleóptilo é eficiente para identificar genótipos de arroz tolerantes a baixas temperaturas na germinação (BERTIN et al., 1996; STHAPIT e WITCOMBE, 1998). Sendo esse caráter de fundamental importância para o estabelecimento da lavoura, pois se relaciona à capacidade de assegurar a emergência de plântulas e a obtenção de estandes apropriados em situações de pouco controle da profundidade de semeadura (CARÁMBULA, 2000) ou quando por causa da baixa temperatura é necessário aumentar a profundidade de semeadura (HAKIZIMANA et al., 2000).

4 CONCLUSÃO

A indução de mutação em sementes de arroz da cultivar BRS Querência, com etilmetanosulfonato (EMS), a uma concentração de 1,5%, é eficiente no incremento da variabilidade genética para tolerância a baixas temperaturas no estágio de germinação.

5 REFERÊNCIAS

- BERTIN, P., KINET, J.M., BOUHARMONT, J. Evaluation of chilling sensitivity in different rice varieties. Relationship between screening procedures applied during germination and vegetative growth. **Euphytica**, Dordrecht, v.89, p.201-210, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 2009.
- CARÁMBULA, M. Cultivares forrajeros. El, primer insumo de una pastura. **Boletín de Divulgación N°71**, INIA, Uruguay. 2000. 59p.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, R.P. da; MILACH, S.C.K. Cold tolerance at the germination stage of rice: Methods of evaluation and characterization of genotypes. **Scientia Agrícola**, v.61, n.1, p.1-8, 2004

CRUZ, R.P.; GOLOMBIESKI, J.I.; BAZANA, M.T.; CABREIRA, C.; SILVEIRA, T.F.; ROBERTO, B.S.; SILVA, L.P. Alterações na composição de ácidos graxos pela temperatura baixa na fase vegetativa em genótipos de arroz. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2009, Porto Alegre - RS. **Anais...** p.128-133.

FREITAS, D.A.C. **Desempenho de genótipos de arroz irrigado quanto ao frio na germinação e na emergência.** 2009. 72f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HAKIZIMANA, F.; HALEY, S.D.; TURNIPSEED, E.B. Repeatability and genotype × environment interaction of coleoptile length measurements in winter wheat. **Crop Science**, v.40, p.1233-1237, 2000.

IRGA, Instituto Rio-Grandense do Arroz. 2011. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>.

MALUSZYNSKI, M.; AHOOWALIA, B.; ASHRI, A.; NICTERLEIN, K.; VAN ZANTEN, L. Induced mutations in rice breeding and germplasm enhancement. In: Proceedings Of The 19th Session Of The International Rice Commission. Cairo, Egypt, 7-9 September 1998.

NÓBREGA, F.G. O perigo das mutações no RNA. **Ciência Hoje**, Ribeirão Preto, v.24, n.142, p.22-23, 1998.

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.

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. CPATB, Capão do Leão, RS. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado.** Campinas: Fundação Cargil, 1985.p.94.

Tabela 2. Desempenho relativo do comprimento de coleóptilo (DR cc) de 198 famílias mutantes M₃, em relação à testemunha BRS Querência. FAEM/UFPeL-CGF, Pelotas-RS, 2011.

Desempenho Relativo do Comprimento de Coleóptilo (DR cc)	
Famílias M ₃ com médias superiores à testemunha BRS Querência	
162, 33, 179, 61, 88.	
Famílias M ₃ com médias iguais à testemunha BRS Querência (DR cc = 101,85%)	
68, 157, 26, 41, 86, 186, 59, 85, 141, 194, 5, 87, 43, 70, 65, 121, 16, 40, 78, 28, 89, 198, 69, 80, 94, 133, 110, 38, 185, 76, 188, 132, 99, 79, 45, 8, 118, 13, 124, 42, 189, 23, 57, 92, 81, 34, 51, 30, 192, 66, 104, 72, 178, 39, 82, 63, 90, 196, 111, 134, 195, 77, 74, 130, 112, 73, 177, 37, 187, 7, 32, 44, 109, 107, 67, 101, 156, 36, 71, 170, 176, 125, 31, 29, 120, 106, 24, 190, 105, 100, 115, 49, 131, 84, 122, 95, 117, 184, 50, 21, 103, 108, 191, 193, 123, 62, 152, 126, 6.	
Famílias M ₃ com médias inferiores à testemunha BRS Querência	
83, 15, 116, 93, 136, 102, 35, 60, 129, 135, 197, 171, 113, 22, 127, 75, 168, 64, 58, 173, 169, 114, 119, 128, 160, 52, 163, 137, 143, 14, 139, 161, 147, 142, 140, 98, 138, 27, 174, 172, 97, 146, 155, 175, 159, 91, 182, 167, 96, 144, 10, 1, 2, 3, 4, 9, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 25, 46, 47, 48, 53, 54, 55, 56, 145, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 158, 164, 165, 166, 180, 181, 183.	

Tabela 3. Desempenho relativo do comprimento de coleóptilo (DR cc) de 198 famílias mutantes M₃, em relação à testemunha Nourim Mochi. FAEM/UFPeL-CGF, Pelotas-RS, 2011.

Desempenho Relativo do Comprimento de Coleóptilo	
Famílias M ₃ com médias superiores à testemunha Nourim Mochi	
162, 33.	
Famílias M ₃ com médias iguais à testemunha Nourim Mochi (DR cc = 116,17%)	
179, 61, 88, 68, 157, 26, 41, 86, 186, 59, 85, 141, 194, 5, 87, 43, 70, 65, 121, 16, 40, 78, 28, 89, 198, 69, 80, 94, 133, 110, 38, 185, 76, 188, 132, 99, 79, 45, 8, 118, 13, 124, 42, 189, 23, 57, 92, 81, 34, 51, 30, 192, 66, 104, 72, 178, 39, 82, 63, 90, 196, 111, 134, 195, 77, 74, 130, 112, 73, 177, 37.	
Famílias M ₃ com médias inferiores à testemunha Nourim Mochi	
187, 7, 32, 44, 109, 107, 67, 101, 156, 36, 71, 170, 176, 125, 31, 29, 120, 106, 24, 190, 105, 100, 115, 49, 131, 84, 122, 95, 117, 184, 50, 21, 103, 108, 191, 193, 123, 62, 152, 126, 6, 83, 15, 116, 93, 136, 102, 35, 60, 129, 135, 197, 171, 113, 22, 127, 75, 168, 64, 58, 173, 169, 114, 119, 128, 160, 52, 163, 137, 143, 14, 139, 161, 147, 142, 140, 98, 138, 27, 174, 172, 97, 146, 155, 175, 159, 91, 182, 167, 96, 144, 10, 1, 2, 3, 4, 9, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 25, 46, 47, 48, 53, 54, 55, 56, 145, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 158, 164, 165, 166, 180, 181, 183.	