

ADAPTABILIDADE DE POPULAÇÕES HÍBRIDAS F₂ DE ARROZ-DANINHO COM ARROZ TRANSGÊNICO RESISTENTE AO HERBICIDA AMÔNIO-GLUFOSINATE: II. PERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO E COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE

José Alberto Noldin⁽¹⁾, Satoru Yokoyama, Fátima T. Rampelotti⁽²⁾, Henri Stuker⁽¹⁾, Domingos S. Eberhardt⁽¹⁾, Maria Izabel F. Gonçalves⁽¹⁾, André Abreu⁽³⁾, Paula Antunes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC. C.P. 277, 88301-970, Itajaí, SC. E-mail: noldin@epagri.rct-sc.br; ⁽²⁾CTTMar/Univali, Itajaí, SC.; ⁽³⁾Bayer CropSciences, São Paulo, SP.; ⁽⁴⁾ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

Palavras-chave: arroz GM, arroz-preto, arroz-vermelho, gene BAR

O arroz-daninho (*Oryza sativa* L.) está disseminado na maioria das áreas de produção de arroz irrigado no mundo, causando prejuízos na produtividade (SOUZA e FISCHER, 1986). Existe dificuldade de controle seletivo desta espécie em lavouras comerciais. Através da biotecnologia, foram desenvolvidas linhagens de arroz geneticamente modificadas resistentes a herbicidas não-seletivos como o amônio-glufosinate, podendo constituir-se numa nova ferramenta para controle desta planta daninha em arroz irrigado (ANDRES et al., 2000). Trabalhos conduzidos nos Estados Unidos e no Brasil mostraram que pode ocorrer fluxo gênico entre o arroz-daninho e o arroz transgênico (NOLDIN et al., 2002; SANDERS et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos componentes da produção, germinação e dormências das sementes em populações híbridas F₂ originárias do cruzamento entre o Bengal GM e o arroz-daninho.

O trabalho foi desenvolvido no período de 1998 até 2001, seguindo as normas de biossegurança estabelecidas pela CTNBio. Os cruzamentos envolvendo dois ecótipos de arroz-daninho (arroz-vermelho=AV e arroz-preto=AP), uma cv. comercial (Epagri 108), uma linhagem resistente (Bengal GM) ao herbicida amônio-glufosinate, e a cv. original Bengal, foram realizados na safra 1998/99, na Estação Experimental da Aventis, SP. Na segunda etapa, na Estação Experimental de Itajaí, plântulas F₁ foram transplantadas individualmente em vasos em casa de vegetação. Na terceira etapa do trabalho, na safra 2000/01, foram selecionadas quatro famílias de cruzamentos que envolviam o Bengal GM com o arroz-vermelho e arroz-preto, juntamente com os parentais, para avaliação do comportamento das populações híbridas na geração F₂.

Os parâmetros avaliados foram: floração (início, 50% e plena), esterilidade, peso de grãos por panícula, peso de 1000 grãos, germinação e dormência.

A duração do período entre o transplante até a floração foi variável entre as famílias e os genótipos (Tabela 1). As cvs. Bengal GM e Bengal foram as mais precoces, 96 a 98 dias, respectivamente, até o estádio de 50% da floração e a cv. Epagri 108, apresentou a floração mais tardia (121 dias). As populações híbridas (famílias 1 e 5) apresentaram ciclo mais longo que os parentais. A mesma tendência não foi observada nos cruzamentos que envolveram o arroz-preto com o Bengal GM, onde as plantas de ambas as populações (famílias 2 e 6) apresentaram ciclo intermediários aos parentais. A duração total do período de floração tem implicações diretas no fluxo gênico entre as cultivares comerciais e as populações de arroz-daninho. Neste sentido, a cultivar Epagri 108 foi a que apresentou o menor período (21 dias) e família 6 (arroz-preto x Bengal GM) a maior duração do período de floração com 29,5 dias. A esterilidade média de espiguetas nos híbridos e nas cvs. Bengal GM, Bengal e Epagri 108 foi superior aquela observada no arroz-vermelho e arroz-preto. O arroz-vermelho destacou-se com o maior peso de mil grãos, que resultou no maior peso de grãos por panícula.

Observou-se que todos os genótipos apresentaram percentuais de germinação entre 84,4 e 97,4%, conseqüentemente percentuais baixos de dormência (Tabela 2). Os níveis de germinação das sementes nas quatro famílias de híbridos F₂ não se diferenciaram significativamente dos percentuais apresentados pelo arroz-vermelho e arroz-preto, exceto no caso da família 1. Os baixos níveis de dormência observados nesta avaliação certamente

foi resultado das condições favoráveis à quebra de dormência durante o período de armazenagem das sementes, entre a colheita e a realização do teste. O teste de germinação das sementes do rebrote, realizado por ocasião da colheita, mostrou elevado percentual de dormência da maioria dos genótipos. A família 2 apresentou 82,9% de sementes dormentes na colheita, superior aos demais genótipos, exceto arroz-vermelho x Bengal GM. Aos 30 dias após a colheita, o percentual de dormência ainda era elevado (40,0 a 53,3%) entre as famílias, sem diferenças significativas entre si e com a cultivar Epagri 108 e o arroz-vermelho.

Os resultados deste estudo concordam com os relatados nos Estados Unidos (Louisiana e Arkansas), onde populações híbridas resultantes do cruzamento entre Bengal GM resistente ao herbicida amônio-glufosinate e o arroz-daninho não tiveram sua adaptabilidade afetada, considerando os parâmetros como dormência e produção de sementes, os quais estão estreitamente relacionados com a capacidade reprodutiva das populações (OARD et al., 2002). A incorporação do gene BAR para resistência ao herbicida amônio-glufosinate não contribuiu para aumentar a adaptabilidade ecológica dos híbridos de arroz-daninho, concordando com relatos de outros autores (CRAWLEY et al., 2001), de que a transferência do carácter resistência a herbicidas para populações selvagens possivelmente não resultará em vantagens competitivas para estas populações híbridas. Por outro lado, os resultados deste estudo mostram que os híbridos F₂ são viáveis, possibilitando assim o estabelecimento de populações de arroz-daninho portadoras do gene BAR, sendo necessária na hipótese desta tecnologia ser utilizada em larga escala em lavouras de arroz irrigado, a adoção de uma série de medidas no sentido de evitar ou, pelo menos, minimizar as possibilidades de cruzamento entre o arroz transgênico e o arroz-daninho.

DEDICATÓRIA

Os autores dedicam este trabalho ao amigo e colega Eng. Agr., Dr. Satoru Yokoyama (*in memoriam*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRES, A.; MAGALHÃES JR., A.M.; PINTO, J.J.O. Uso de glufosinato de amônio para o controle de arroz vermelho em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p. 228.
- CRAWLEY, M.J.; BROWN, S.L.; HAILS, R.S.; KOHN, D.D.; REES, M. Transgenic crops in natural habitats. **Nature**, v. 409, p. 682-683, 2001.
- NOLDIN, J.A.; YOKOYAMA, S.; ANTUNES, P.; LUZZARDI, R. Potencial de cruzamento natural entre o arroz transgênico resistente ao herbicida glufosinato de amônio e o arroz-daninho. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 243-251, 2002.
- OARD, J.; COHN, M.A.; LINScombe, S.; GEALY, D.; GRAVOIS, K. Field evaluation of seed production, shattering and dormancy in hybrid populations of transgenic rice (*Oryza sativa*) and the weed, red rice (*Oryza sativa*). **Plant Science**, v. 157, p. 15-22, 2000.
- SANDERS, D.E.; LINScombe, S.D.; COHN, M.A.; STRAHAN, R.E. Outcrossing potential of Liberty Link rice to red rice. In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 27., 1998. **Proceedings...** Texas: College Station/Texas Agricultural Experiment Station, 1998. p. 214-215.
- SOUZA, P.R. de; FISCHER, M.M. Arroz vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. **Lavoura Arrozeira**, v.39, n. 368, p. 19-20, 1986

Tabela 1. Período médio de alguns estádios de desenvolvimento reprodutivos, esterilidade de espiguetas, peso de mil grãos e peso de grão por panícula, em quatro populações de plantas híbridas F₂ oriundas de cruzamentos entre arroz-vermelho (AV), arroz-preto (AP) e Bengal GM, Epagri, Itajaí-SC, 2000/01.

Populações	Cruzamento	Período (dias)			Esterilidade espiguetas (%)	Peso mil grãos (g)	Peso de grãos por panícula (g)
		Início floração	50% floração	Floração plena			
Família 1	Bengal GM X AV	108,5 a	116,8 ab	132,1 a	57,6 b ^{1/}	27,51 bc	1,38 de
Família 2	Bengal GM X AP	97,9 bc	104,5 cd	120,7 c	47,0 bc	27,63 bc	1,75 bcd
Família 5	AV X Bengal GM	102,6 ab	113,5 ab	130,6 ab	70,7 a	27,67 bc	0,97 e
Família 6	AP X Bengal GM	92,5 c	100,5 d	122,0 bc	52,3 bc	28,59 b	1,41 cde
Arroz-vermelho	-	96,4 bc	102,5 cd	121,0 c	10,1 d	34,71 a	3,05 a
Arroz-preto	-	103,5 ab	111,1 bc	125,4 abc	17,8 d	25,48 bc	1,97 b
Bengal GM	-	89,3 c	96,0 d	117,5 c	43,2 c	22,95 c	1,95 b
Bengal	-	90,3 c	98,3 d	118,5 c	50,3 bc	22,57 c	1,90 bc
Epagri 108	-	109,9 a	121,4 a	130,9 ab	57,4 b	25,75 bc	1,27 de
CV (%)	-	15,1	14,5	12,7	44,6	31,6	62,7

^{1/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Percentagem média de germinação, dormência e viabilidade de sementes colhidas no período de 10 de janeiro a 10 de fevereiro de 2001, do rebrote na colheita e do rebrote 30 dias após, Epagri, Itajaí-SC, 2000/01.

Populações	Cruzamento	Colheita ¹			Rebrote (na colheita)			Rebrote (30 dias após colheita)		
		Germi-nação (%)	Dormên-cia (%)	Viabili-dade (%)	Germi-nação (%)	Dormên-cia (%)	Viabili-dade (%)	Germi-nação (%)	Dormên-cia (%)	Viabili-dade (%)
Família 1	Bengal GM X AV	87,7 bc ^{2/}	2,1	89,8 abc	18,3 bc	48,3 bc	66,7 bcd	25,6 bcd	48,3 a	73,9 ab
Família 2	Bengal GM X AP	93,9 ab	0,1	94,1 a	9,2 c	82,9 a	92,1 a	40,0 bc	50,4 a	90,4 a
Família 5	AV X Bengal GM	93,6 ab	1,2	94,8 a	22,5 bc	59,6 ab	82,1 abc	19,2 cd	53,3 a	72,5 ab
Família 6	AP X Bengal GM	92,9 ab	0,4	93,3 ab	9,4 c	50,0 bc	59,4 cde	27,8 bcd	40,0 a	67,8 abc
Arroz-vermelho	-	97,4 a	0,0	97,4 a	10,0 c	43,3 bc	53,3 de	6,7 d ^{3/}	38,3 a ^{3/}	45,0 c ^{3/}
Arroz-preto	-	97,0 a	0,0	97,0 a	6,7 c	53,3 bc	60,0 cde	86,7 a	0,0 b	86,7 a
Bengal GM	-	84,4 c	0,0	84,4 c	75,0 a	13,3 d	88,3 ab	48,0 b	2,0 b	50,0 bc
Bengal	-	86,3 bc	0,0	86,3 bc	30,0 b	13,3 d	43,3 de	21,7 cd	23,3 ab	45,0 c
Epagri 108	-	90,7 abc	0,4	91,1 abc	6,7 c	30,0 d	36,7 e	79,8	68,3	34,3
CV (%)	-	14,6	ns	14,1	97,4	47,8	31,7	79,8	68,3	34,3

^{1/}Sementes mantidas a temperatura ambiente no laboratório e submetidas ao teste de germinação em 4 de maio de 2001; ^{2/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/}Teste não realizado por falta de sementes.