

# LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO FRENTE À TOXIDEZ POR HERBICIDA DO GRUPO QUÍMICO DAS IMIDAZOLINONAS

Gabriela de Magalhães da Fonseca<sup>1</sup>; Viviane Kopp da Luz<sup>2</sup>; Carla Ferreira Silveira<sup>2</sup>; Eder Licieri Grolí<sup>2</sup>; Diego Baretta<sup>2</sup>; Cristiano Mathias Zimmer<sup>2</sup>; Roberta de M. da Fonseca<sup>2</sup>; Juliana de Magalhães Bandeira<sup>2</sup>; Marina M. da Fonseca<sup>2</sup>; Alcides Cristiano de Morais Severo<sup>3</sup>; Ariano Martins de Magalhães Júnior<sup>3</sup>; Orlando P. de Morais<sup>4</sup>; Luciano Carlos da Maia<sup>5</sup>; Antonio Costa de Oliveira<sup>5</sup>.

Palavras-chave: melhoramento genético, tolerante, *Oryza sativa* L.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) possui importante papel econômico, social e cultural em todo o mundo sendo considerado, atualmente, o segundo cereal mais produzido no mundo (FAO, 2010). O Brasil é o primeiro país fora da Ásia em produção e consumo de arroz e o Rio Grande do Sul (RS) é o principal responsável por essa condição de destaque, consistindo no principal produtor de arroz irrigado do país (CONAB, 2010). O arroz é a cultura com maior potencial de aumento de produção, respondendo pelo suprimento de 20% das calorias consumidas na alimentação de pessoas em todo o mundo, desempenhando papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar.

O principal fator limitante para o aumento do potencial de rendimento dessa cultura é o controle insatisfatório de plantas daninhas, especialmente do arroz vermelho, que ainda causa elevada redução na produção do cereal. No Sul do Brasil, o arroz vermelho (*O. sativa* L.) constitui-se na principal planta daninha de áreas cultivadas com arroz irrigado por inundação (AGOSTINETTO et al., 2001), por pertencer à mesma espécie do arroz cultivado. Em função do arroz vermelho apresentar características como: rusticidade e adaptabilidade ao meio ambiente (PESKE et. al., 1997), competir pelos mesmos recursos disponibilizados para o arroz cultivado (DELATORRE, 1999), possuir elevado índice de degrane e dormência das sementes (SCHWANKE et al., 2008) e pela frequente ocorrência de cruzamento natural com o arroz cultivado, gerando um tipo morfológico mais baixo e mais precoce de arroz vermelho (NOLDIN et. al., 1999), desta forma, torna-se difícil a identificação e eliminação dessa planta daninha das áreas de cultivo.

Modificações morfológicas adquiridas pelas plantas daninhas associadas ao desenvolvimento de espécies resistentes aos herbicidas e à necessidade de utilização de produtos menos agressivos ao ambiente tornam necessário o desenvolvimento e validação de novos princípios ativos, que supram essas exigências. Herbicidas da classe das imidazolinonas, que agem especificamente em processos metabólicos vegetais, são potencialmente mais seguros do ponto de vista ambiental. Esses herbicidas são largamente utilizados devido à baixa toxicidade a animais, alta seletividade às culturas e alta eficiência mesmo em doses baixas (VARGAS; ROMAN, 2006).

A tolerância do arroz a esses novos compostos é condição determinante para o sucesso de sua incorporação no processo agrícola. A característica presente no mutante é controlada por um gene dominante nuclear (MAZUR; FALCO, 1989; SAARI et al., 1994). Portanto, o uso de herbicidas desse grupo químico, para controle de invasoras na cultura do arroz, depende da transferência do gene às cultivares elites já incorporadas ao sistema produtivo. Diante dessas considerações este trabalho teve como objetivo avaliar

<sup>1</sup> Estagiária Embrapa Clima Temperado/estudante doutorado UFPel/FAEM. Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. gabrieladafonseca@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudante UFPel.

<sup>3</sup> Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>4</sup> Embrapa CNPAP.

<sup>5</sup> Professor, Departamento de Fitotecnia, UFPel/FAEM.

cruzamentos entre plantas de arroz irrigado tolerantes e sensíveis a herbicidas do grupo químico das imidazolininas, através da avaliação de linhagens em geração F<sub>2</sub>.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cinco genótipos de arroz irrigado indicados para cultivo na região Sul do Brasil foram cruzados, resultando em 10 combinações híbridas. Nos cruzamentos realizados foram utilizados três genitores sensíveis ao herbicida: BRS Querência, BRS Fronteira e BRS Pampa e dois genitores tolerantes: BRS Sinuelo CL e Puitá INTA CL. As sementes F<sub>1</sub> foram obtidas em casa de vegetação, no ano de 2010, na estação experimental da Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS). No mesmo ano, foi feito um avanço de geração, onde as sementes F<sub>1</sub> foram germinadas em telado em experimento instalado na Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão (Goianira/Goiás), visando à obtenção de uma população F<sub>2</sub>. As panículas, colhidas de cada planta, deram origem a uma progênie (população F<sub>2</sub>).

As sementes das gerações segregantes (F<sub>2</sub>) foram semeadas em bandejas de plástico, em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado, em 2011, e quando as plantas atingiram o estágio V4, segundo escala de Counce et al. (2000), foi aplicado o herbicida Only® (imazetapir + imazapique, nas concentrações de 75 e 25g i.a. L<sup>-1</sup>), na dosagem de 1,5 litros do produto comercial por hectare, mais Dash® (hidrocarboneto aromático, ésteres metílicos e poliol fosfatado - espalhante adesivo) na dosagem de 0,5% v/v. Após uma semana foi feita uma segunda aplicação do mesmo herbicida na dosagem de 1,0 L do produto comercial por hectare, mais Dash® na dosagem de 0,5% v/v.

As avaliações de fitotoxicidade à cultura foram realizadas de forma visual sete dias após a última aplicação do tratamento com Only®, adaptadas ao sistema de pontuação utilizado pelo IRRI (*International Rice Research Institute*), para avaliar sintomas de toxidez por ferro em arroz (IRRI, 1975) (Tab. 1). Os sintomas visuais foram baseados nas reações de senescência foliar e intensidade de sintomas de toxidez, comparando às testemunhas.

**Tabela 1** - Notas atribuídas aos efeitos fisiológicos da geração F<sub>2</sub> das linhagens de arroz irrigado ao efeito tóxico do herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Grau de resistência	Notas	Efeito de toxidez ao herbicida
Tolerante	1	plantas sem sintomas
	2	20% de plantas afetadas
	3	30% de plantas afetadas
Moderadamente Tolerantes	4	40% de plantas afetadas
	5	50% de plantas afetadas
	6	60% de plantas afetadas
Sensíveis	7	70% de plantas afetadas
	8	80% de plantas afetadas
	9	morte parcial da linha
Mortas	10	morte de plantas

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema unifatorial, considerando a resposta dos cruzamentos frente ao herbicida do grupo químico das imidazolinonas, constituído de 290 parcelas, compostas por 100 plantas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tab. 2 e 3 ilustram a incidência de fitotoxidez, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas (Only<sup>®</sup>), para análise de cruzamentos.

**Tabela 2** - Média das notas de fitotoxidez, na geração F<sub>2</sub>, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas, para análise de cruzamentos, em relação ao genitor feminino como doador do gene de tolerância ao herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Genitor ♂	BRS Pampa	BRS Querência	BRS Fronteira
Genitor ♀	X	X	X
Puitá INTA CL	4,06	2,17	3,59
BRS Sinuelo CL	6,02	-	5,0

- Os cruzamentos não originaram plantas F<sub>2</sub>.

X - Média das notas para os cruzamentos.

Ao observar a Tab. 2 pode-se inferir que os cruzamentos com a cultivar Puitá INTA CL, portador do gene de tolerância ao herbicida, como genitor feminino, apresentam médias de notas de fitotoxidez mais baixas, variando de 2,17 a 4,06, classificando os cruzamentos em tolerantes e moderadamente tolerantes ao herbicida (conforme Tab. 1). Os cruzamentos com o genitor feminino BRS Sinuelo CL apresentaram médias variando de 5,0 a 6,02, classificando os cruzamentos em moderadamente tolerantes e suscetíveis ao herbicida (Tab. 1). Entre os cruzamentos com Puitá INTA CL e BRS Sinuelo CL, genitores femininos como doador do gene de tolerância ao herbicida, observa-se que o cruzamento Puitá INTA CL/BRS Querência apresentou a menor média (2,17), classificando-se como resistente (Tab. 1).

**Tabela 3** - Média das notas de fitotoxidez, na geração F<sub>2</sub>, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas, para análise de cruzamentos, em relação ao genitor masculino como doador do gene de tolerância ao herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Genitor ♂	Puitá INTA CL	BRS Sinuelo CL
Genitor ♀	X	X
BRS Pampa	6,15	-
BRS Querência	2,96	5,0
BRS Fronteira	4,24	-

- Os cruzamentos não originaram plantas F<sub>2</sub>.

X - Média das notas para os cruzamentos.

Na Tab. 3 pode-se verificar que o cruzamento BRS Querência/Puitá INTA CL demonstrou maior tolerância ao herbicida apresentando média de notas de 2,96, classificando sua progênie como tolerante ao herbicida (Tab. 1). No cruzamento BRS Pampa/Puitá INTA CL, observa-se a média mais elevada (6,15) classificando a progênie como sensível ao herbicida. Esse cruzamento apresentou plantas com nota 10 (plantas mortas, conforme Tab. 1), que não apresentam o gene que codifica tolerância ao herbicida da classe das imidazolinonas. O cruzamento com a cultivar BRS Sinuelo CL originou descendentes com fitotoxidez, apresentando média de notas igual a 5,0, classificando-se como moderadamente tolerante.

A mutação do gene ALS nas duas cultivares testadas possui diferentes localizações, as quais são responsáveis pela resistência aos herbicidas dessas linhagens podendo ter

causado os distintos níveis de resistência, devido às mudanças na conformação da enzima ALS (McCOURT et al., 2006), observados no presente estudo.

Os híbridos  $F_2$ , resultantes de cruzamentos entre cultivares portadores do gene de tolerância ao herbicida da classe das imidazolinonas (Only<sup>®</sup>) e cultivares de arroz irrigado convencionais, são viáveis, possibilitando assim o estabelecimento de populações de arroz irrigado tolerantes ao herbicida, com maior capacidade de combater o arroz vermelho, mantendo as características de interesse agrônomo.

O desenvolvimento de um ideotipo de planta mais competitivo com as plantas daninhas, sem prejuízo à capacidade produtiva, reduzirá a necessidade de controle e tornará o setor orizícola mais sustentável.

## CONCLUSÃO

Existem diferenças detectáveis quanto à fitotoxicidade do herbicida Imazetapir e Imazapique entre as gerações  $F_2$  dos cruzamentos de arroz irrigado utilizados nesse trabalho.

Progenies  $F_2$  descendentes de cruzamentos com a cultivar Puitá INTA CL, tolerante ao herbicida da classe das imidazolinonas (Only<sup>®</sup>), apresentam maior resistência ao herbicida quando comparadas com progenies descendentes de cruzamentos com a cultivar BRS Sinuelo CL, a qual também é tolerante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D. et. al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, agosto 2010, Brasília. 42p. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 janeiro 2011.

COUNCE, A. P. et al. An uniform, objective and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.466-443, 2000.

DELATORRE, C. A. Dormência em sementes de arroz vermelho. **Ciência Rural**. v.29, n.3, p.565-571, 1999.

**FAO** - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database, Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acesso em: 15 agosto 2010.

INTERNATIONAL RICE - RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Los Banos, IRRI, 1975.

MAZUR, B. J.; FALCO, S. C. The development of herbicide resistant crops. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.40, n.1, p.441-470, 1989.

McCOURT, J. A. et al. Herbicide-binding sites revealed in the structure of plant acetohydroxyacid synthase. **Proceedings of the National Academy of Science**, v.17, n.3, p.569-573, 2006.

NOLDIN, J. A. et. al. Red Rice (*Oryza sativa*) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technology**, v.13, n.1, p.12-18, 1999.

PESKE, S. T. et. al. Sobrevivência de sementes de arroz vermelho depositadas no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.1, p.17-22, 1997.

SAARI, L. L. et. al. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.83-139.

SCHWANKE, A. M. L. et. al. Caracterização de ecótipos de arroz daninho (*Oryza sativa*) provenientes de áreas de arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.249-260, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 58). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do58.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.htm)> Acesso em: 2 outubro 2010.