

# IMPLICAÇÕES DE HERBICIDAS NÃO SELETIVOS SOBRE A PROGÊNIE DO ARROZ CULTIVADO QUANDO APLICADOS NA FASE DE MATURAÇÃO

NILSON G. FLECK<sup>1</sup>, DIRCEU AGOSTINETTO<sup>2</sup>, RIBAS A. VIDAL<sup>1</sup>, ALDO MEROTTO JUNIOR<sup>3</sup>

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar os efeitos de herbicidas não seletivos, utilizados como dessecantes na fase de maturação, sobre a progênie do arroz cultivado (*Oryza sativa* L.), conduziu-se experimentos a campo, em laboratório e em casa de vegetação nas estações de crescimento 1997/98 e 1998/99. Os tratamentos testados foram: os herbicidas glyphosate, glufosinate e paraquat, aplicados em duas épocas e em duas doses utilizando-se o regulador de crescimento hidrazida maléica que foi usado como padrão, além de uma testemunha sem aplicação de produto químico. O cultivar de arroz reagente utilizado foi a IRGA-416. As demais práticas de manejo aplicadas foram as preconizadas para a cultura, a qual se desenvolveu sob infestação de arroz vermelho (*O. sativa*). Avaliaram-se as seguintes variáveis: viabilidade e germinação das sementes de arroz, emergência, altura e matéria seca das plântulas. Conclui-se que: as aplicações dos herbicidas glyphosate, glufosinate e paraquat por ocasião da maturação fisiológica do arroz cultivado, não afetam a viabilidade, a germinação e a emergência das plântulas. Os herbicidas não seletivos, usados como dessecantes em arroz, apresentam efeitos equivalentes aos do regulador de crescimento hidrazida maléica em relação às características da progênie da cultura, e que elevada infestação de arroz vermelho afetam negativamente a germinação das sementes de arroz cultivado, mas não alteram o crescimento inicial das plantas da progênie.

Palavras chave: *Oryza sativa*, arroz irrigado, arroz vermelho, herbicida dessecante, germinação, semente.

## IMPLICATIONS OF NON-SELECTIVE HERBICIDES ON FLOODED RICE PROGENY WHEN APPLIED AT MATURITY PHASE

**ABSTRACT** – With the objective to evaluate the effects of non-selective herbicides, utilized for crop desiccation at its maturity phase, on flooded rice (*Oryza sativa* L.) progeny, there were conducted experiments at field, laboratory, and greenhouse conditions, during the growing seasons of 1997/98 and 1998/99. Treatments tested were the herbicides glyphosate, glufosinate, and paraquat, applied at two rates and at two times, the growth regulator maleic hydrazide was used as a standard, besides a check without chemical application. The rice reagent cultivar was IRGA-416. The remainder management practices applied were those recommended for the crop, which developed in the presence of a red rice infestation. It was evaluated the following variables: rice seed viability and germination, and emergence, height, and dry weight of seedlings. In general, applications of the herbicides glyphosate, glufosinate, and paraquat, at physiological maturity of flooded rice, do not affect seed viability and germination, or seedling emergence. The non-selective herbicides, used for crop desiccation showed effects equivalents to those of the growth regulator maleic hydrazide in relation to the characteristics of rice progeny. High infestation of red rice affects negatively the germination of flooded rice seeds, but does not affect initial growth of the seedlings of its progeny.

Key words: *Oryza sativa*, cultivated rice, red rice, germination, seed, desiccation.

<sup>1</sup> Eng. Agr. Ph. D. Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS – Bolsista do CNPq. Caixa Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre-RS.

<sup>2</sup> Eng. Agr. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

<sup>3</sup> Eng. Agr. Mestre em Fitotecnia. Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Recebido para publicação em 11-04-2000.

## INTRODUÇÃO

As sementes, produzidas pelas plantas daninhas que escapam aos métodos de controle, resultam em populações estáveis ou crescentes no banco de sementes no solo, nos anos subsequentes. O acréscimo de sementes no banco dá-se, principalmente, através da produção das mesmas pelas plantas estabelecidas no próprio local. Portanto, os cuidados preventivos com a floração e a produção de sementes por plantas daninhas não devem restringir-se apenas ao período em que elas competem com as culturas. Os produtos químicos aplicados durante a fase de reprodução das plantas daninhas podem reduzir a produção de sementes pela planta-mãe, como também afetar sua viabilidade (ANDRES e FLECK, 1994).

Muitos relatos aparecem na literatura referindo que herbicidas não seletivos aplicados durante estádios reprodutivos de culturas, reduzem a interferência de plantas daninhas na operação de colheita e finalizam a maturação das culturas, permitindo antecipar a colheita (CERDEIRA et al., 1985). No entanto, estes produtos não devem afetar as características reprodutivas ou a progênie das plantas cultivadas, pois desta forma podem inviabilizar a utilização das sementes na próxima semeadura.

Neste sentido, BOVEY et al. (1975) observaram que a germinação de sementes de sorgo não foi afetada pela aplicação de glyphosate nas doses de 560 e 1120 g/ha. Já, RATNAYAKE e SHAW (1992) verificaram que os herbicidas glufosinate, glyphosate e paraquat não afetaram a germinação das sementes nem o desenvolvimento de plântulas de soja quando foram aplicados no estádio  $R_8$ . Por outro lado, os autores observaram que o herbicida glyphosate reduziu a germinação de sementes e o número de plântulas normais quando foi aplicado nos estádios  $R_5$ ,  $R_6$  e  $R_7$  da soja. Já o glufosinate afetou o número de

plântulas normais apenas quando aplicado nos estádios  $R_5$  e  $R_6$ .

A proporção e o tipo de dano causado às sementes da cultura, por herbicidas aplicados em fases avançadas do desenvolvimento dependem, primariamente, do estádio em que se encontram as sementes na época da aplicação herbicida (RATNAYAKE e SHAW, 1992). Resultados obtidos por JEFFERY et al. (1981) indicam que glyphosate aplicado na pré-colheita do milho, cujos grãos apresentavam níveis de umidade de 38% ou menos, não afetam o peso ou a germinação de sementes, embora a emergência e o vigor de plântulas da progênie tivessem sido afetados. Contudo, estas variáveis não foram afetadas por glyphosate aplicado quando os grãos apresentavam umidade de 30% ou menos. Em sorgo granífero, observou-se redução na germinação das sementes, quando o glyphosate foi aplicado com teor de umidade dos grãos de 31% (BOVEY et al., 1975).

Além do estádio de desenvolvimento da cultura e da época de aplicação, o efeito herbicida sobre a cultura pode estar relacionado com o modo de translocação do produto. Em *Cyperus esculentus* (tiririca), o herbicida amitrole, aplicado na fase reprodutiva, foi detectado nas sementes em análise de autoradiografia com carbono marcado, demonstrando a possível translocação do produto para órgãos de demanda (HILL et al., 1963).

Os trabalhos referidos sinalizam a possibilidade de se reduzir a produção de sementes de arroz vermelho, sem causar efeitos adversos na progênie do arroz cultivado, quando produtos químicos são aplicados na fase de maturação da cultura. O presente experimento teve como objetivo avaliar os efeitos decorrentes de herbicidas não seletivos aplicados na fase de maturação, sobre a progênie do arroz cultivado infestado com arroz vermelho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante as estações de crescimento 1997/98 e 1998/99, e foram divididos em duas etapas. A primeira constou de dois experimentos realizados a campo na Estação Experimental do Arroz (EEA), pertencente ao Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), localizada no município de Cachoeirinha-RS, e a segunda constou de ensaios realizados em laboratório e em casa de vegetação, junto ao Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre-RS.

A área, onde foram conduzidos os ensaios permaneceu em pousio na estação de crescimento anterior a de instalação do primeiro experimento. No primeiro ano de pesquisa, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo que cada bloco constou de 15 tratamentos, e com as unidades experimentais apresentando uma área de 13,5 m<sup>2</sup> (3 x 4,5 m). O delineamento utilizado no segundo ano foi completamente casualizado, com quatro repetições, sendo as unidades experimentais formadas por uma área de 12 m<sup>2</sup> (2 x 6 m). Os tratamentos testados foram idênticos aos do primeiro ano, sendo acrescentada uma testemunha adicional, sem infestação de arroz vermelho (Tabela 1). As aplicações dos produtos ocorreram durante um período de 5 a 6 dias, o qual coincidiu, aproximadamente, com a fase de maturação fisiológica do arroz cultivado.

Em ambas as estações de crescimento, o preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional (aração e gradagem). Com o objetivo de garantir o estabelecimento da população de arroz vermelho, este foi semeado a lanço na densidade aproximada de 100 sementes/m<sup>2</sup>, realizando-se então uma nova gradagem para incorporação das sementes, finalizando-se o preparo do solo

com a passagem de rolo canelado. A população média de arroz vermelho que se estabeleceu na área foi equivalente a 71 e 248 plantas/m<sup>2</sup>, para o primeiro e segundo anos, respectivamente.

O cultivar de arroz reagente aos tratamentos testados foi IRGA-416, apresenta como principais características: ciclo precoce (até 120 dias), estatura baixa (menos de 100 cm), alta capacidade de afilamento e resistência ao acamamento. A semeadura foi realizada em linha, na densidade de 400 sementes/m<sup>2</sup>, nos dias 17 de dezembro de 1997 e 19 de novembro de 1998, para primeira e segunda estações de crescimento, respectivamente. A adubação do solo baseou-se em análise prévia das características químicas do solo. Como adubação de cobertura, utilizou-se nitrogênio na forma de uréia, fracionando-se a dose em duas aplicações.

O controle de plantas daninhas (exceto arroz vermelho) foi realizado 2 dias antes de se iniciar a irrigação, ou 8 dias após a emergência (DAE), com a aplicação da mistura em tanque dos herbicidas quinclorac + propanil + pyrazosulfuron. A supressão da irrigação foi realizada quando as plantas de arroz cultivado encontravam-se em maturação de colheita (umidade nos grãos de 22%). Na segunda estação de crescimento, devido à ocorrência de *Oryzophagus oryzae*, aplicou-se o inseticida carbofuran aos 43 DAE.

Os produtos químicos (tratamentos) foram aplicados no horário compreendido entre 10:00 e 11:30 horas. Para isso, foi utilizado pulverizador costal de precisão, no qual foram usados bicos de jato plano em leque da série 110.03, mantendo-se pressão constante de 150 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km/h, o que propiciou a aplicação de um volume de 200 L/ha de calda.

Na primeira estação de crescimento, as aplicações de produtos químicos foram realizadas 14 dias após o florescimento (DAF) do arroz cultivado para os tratamentos contendo glyphosate e hidrazida maléica na primeira

época e 17 DAF para a segunda época. Também aos 17 DAF foram aplicados os tratamentos com glufosinate e paraquat para a primeira época, e posteriormente, aos 20 DAF os da segunda época. No segundo ano de pesquisa, os tratamentos com glyphosate e hidrazida maléica foram aplicados 19 DAF na primeira época e 23 DAF na segunda época; enquanto glufosinate e paraquat foram aplicados 23 DAF na primeira época e 25 DAF na segunda. As diferenças de aproximadamente 5 dias entre as aplicações, comparando-se as duas estações de crescimento, deveu-se ao maior teor de umidade medido nos grãos do arroz cultivado no segundo ano, o que foi provocado pela maior infestação de arroz vermelho nesta safra.

Na primeira estação de crescimento, a colheita do arroz foi realizada em duas épocas: aos 99 DAE para os tratamentos 1 a 12, e 6 dias após (aos 105 DAE) para os tratamentos 13, 14 e 15 (Tabela 1). Na segunda estação de crescimento, a colheita ocorreu aos 106 DAE para os tratamentos 1 a 12 e 16, e 5 dias após (aos 111 DAE) para os tratamentos 13, 14 e 15. O atraso na colheita dos tratamentos 13, 14 e 15 objetivou permitir que os grãos do arroz cultivado atingissem umidade de colheita (22%). Os efeitos dos tratamentos foram avaliados em laboratório e em casa de vegetação, a partir de amostras das sementes coletadas a campo.

**TABELA 1 - Tratamentos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado, EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1997/98 e 1998/99**

Tratamento (nº)	Produto químico <sup>1</sup>	Doses		Umidade dos grãos <sup>2</sup> (%)
		(g. i. a./ha)	(L/ha p. c.)	
1	Glyphosate	720	1,5	34 <sup>4</sup>
2	Glyphosate	1440	3,0	34 <sup>4</sup>
3	Glyphosate	720	1,5	30 <sup>5</sup>
4	Glyphosate	1440	3,0	30 <sup>5</sup>
5	Glufosinate	200	1,0	30 <sup>5</sup>
6	Glufosinate	400	2,0	30 <sup>5</sup>
7	Glufosinate	200	1,0	28 <sup>6</sup>
8	Glufosinate	400	2,0	28 <sup>6</sup>
9	Paraquat <sup>3</sup>	200	1,0	30 <sup>5</sup>
10	Paraquat <sup>3</sup>	400	2,0	30 <sup>5</sup>
11	Paraquat <sup>3</sup>	200	1,0	28 <sup>6</sup>
12	Paraquat <sup>3</sup>	400	2,0	28 <sup>6</sup>
13	Hidrazida maléica	1800	10,0	34 <sup>4</sup>
14	Hidrazida maléica	1800	10,0	30 <sup>5</sup>
15	Testemunha sem aplicação			
16	Testemunha sem arroz vermelho			

<sup>1</sup> Correspondentes aos produtos comerciais (p. c.) Roundup, Finale, Gramoxone e Fazor, respectivamente;

<sup>2</sup> Na época da aplicação dos produtos químicos;

<sup>3</sup> Com adição do adjuvante Agral na concentração de 0,1% v/v;

<sup>4</sup> Arroz cultivado em estádio de grão pastoso a duro e arroz vermelho em estádio de emissão de panículas;

<sup>5</sup> Arroz cultivado em estádio de grão duro e arroz vermelho em estádio de floração plena;

<sup>6</sup> Arroz cultivado em estádio de grão duro e arroz vermelho em estádio de grão leitoso no terço superior das panículas.

O teste de viabilidade das sementes foi realizado logo após a colheita do arroz, utilizando-se 30 sementes para cada unidade experimental de campo, seguindo-se as recomendações para análise de sementes (BRASIL, 1992). O teste de germinação das sementes do arroz cultivado foi realizado logo após a colheita, em ambas as estações de crescimento e, posteriormente, aos 187 e 220 dias após a colheita (DAC) para o primeiro e segundo anos, respectivamente, sendo

realizado de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 1992).

No presente experimento, considera-se como semente, o fruto (cariopse) ou grão do arroz formado pelo embrião, endosperma, tegumento, pericarpo e casca (pálea e lema). Assim, o termo "semente" é usado apenas no sentido agrônomo, para designar a unidade de propagação do arroz cultivado.

Para avaliação da emergência das plântulas, foram utilizadas 50 sementes (duas

repetições de 25 sementes) de cada unidade experimental oriunda do campo. A semeadura foi realizada manualmente à profundidade de 1 cm em vasos plásticos contendo cerca de 1 kg solo. A contagem das plântulas emergidas foi efetuada 15 dias após a semeadura.

A altura de plântulas foi determinada através da medição do comprimento da parte aérea de dez plântulas em cada vaso, de forma aleatória, a qual foi realizada 15 dias após a semeadura. Para a quantificação da matéria seca da parte aérea, coletou-se, aleatoriamente, dez plântulas em cada vaso, 15 dias após a semeadura. Após a separação da parte aérea e das raízes, elas foram colocadas em estufa à temperatura de 60°C durante 72 horas, sendo então pesadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de covariância (utilizando-se como covariável o número de colmos de arroz vermelho/m<sup>2</sup>) através do teste F. Para as variáveis viabilidade das sementes, germinação aos 187 DAC e emergência de plântulas, obtidas na primeira estação de crescimento, e para todas as variáveis obtidas na segunda estação de crescimento, não se constatou significância para análise de covariância, procedendo-se então, análise de variância,

através do teste F. Nos casos de constatação de significância estatística da análise, foram procedidas comparações entre as médias dos tratamentos utilizando-se o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Os valores expressos em percentagem, antes de serem submetidos à análise de covariância, ou de variância, foram transformados através do arco seno da raiz quadrada de cada observação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira estação de crescimento, o teste de viabilidade das sementes, realizado logo após a colheita, não detectou significância estatística entre tratamentos. O valor médio desta variável foi 70,8% de sementes viáveis (Tabela 2). Já, para a variável germinação das sementes, cujo teste foi realizado logo após a colheita, embora se verificasse significância estatística pela análise de covariância através do teste F, quando se aplicou o teste de comparação de médias entre tratamentos, este não indicou diferenças significativas. Geralmente, a germinação das sementes de arroz nesta ocasião variou entre 65 e 76 %.

**TABELA 2 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre a viabilidade e a germinação das sementes do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em laboratório logo após a colheita, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998**

Tratamentos testados	Doses (g. i. a./ha)	Unidade dos grãos <sup>1</sup>	Viabilidade (%)	Germinação (%)
Glyphosate	720	34	87 <sup>3</sup>	65 a <sup>2</sup>
Glyphosate	1440	34	90	72 a
Glyphosate	720	30	83	71 a
Glyphosate	1440	30	85	68 a
Glufosinate	200	30	92	65 a
Glufosinate	400	30	80	67 a
Glufosinate	200	28	91	70 a
Glufosinate	400	28	93	76 a
Paraquat	200	30	91	66 a
Paraquat	400	30	90	70 a
Paraquat	200	28	88	71 a
Paraquat	400	28	95	67 a
Hidrazida maléica	1800	34	93	66 a
Hidrazida maléica	1800	30	86	71 a
Testemunha sem aplicação			91	72 a
Coeficiente de variação (%)			8,3	7,3

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>3</sup> Não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade.

Na segunda estação de crescimento, para viabilidade de sementes (Tabela 3), em geral não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos com herbicidas dessecantes, à exceção do tratamento com glufosinate a 400 g/ha, aplicado na segunda época, que foi superior à dose de 200 g/ha aplicada na primeira época, e do tratamento com paraquat a 400 g/ha que foi superior à dose de 200 g/ha, quando ambos foram aplicados na segunda época. Já, a testemunha sem infestação de arroz vermelho apresentou maior viabilidade de sementes que o padrão hidrazida maléica aplicada na primeira época. Contudo, não houve diferenças entre a testemunha que não recebeu aplicação e os tratamentos que utilizaram hidrazida maléica.

A maior percentagem de germinação logo após a colheita, para sementes produzidas no segundo ano (Tabela 3), foi observada na testemunha sem infestação de arroz vermelho, a qual superou todos os demais tratamentos. A testemunha que não recebeu aplicação e o tratamento padrão com hidrazida maléica foram equivalentes. Para a maioria dos tratamentos com herbicidas não ocorreram diferenças em relação à testemunha não tratada e a hidrazida maléica aplicada na segunda época. Dentro de tratamentos herbicidas verificaram-se algumas diferenças: entre doses de glyphosate na segunda aplicação e entre épocas de glufosinate para dose de 400 g/ha.

**TABELA 3 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre viabilidade e germinação das sementes do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em laboratório logo após a colheita, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1999**

Tratamentos Testados	Doses (g. l. a./ha)	Umidade dos grãos <sup>1</sup>	Viabilidade (%)	Germinação (%)
Glyphosate	720	34	97,9 abcd <sup>2</sup>	73,4 def
Glyphosate	1440	34	97,7 abcd	79,4 bcde
Glyphosate	720	30	89,2 d	63,0 f
Glyphosate	1440	30	97,7 abcd	85,1 bc
Glufosinate	200	30	92,5 cd	73,6 def
Glufosinate	400	30	95,1 bcd	69,9 ef
Glufosinate	200	28	97,7 abcd	78,3 bcde
Glufosinate	400	28	99,7 ab	83,8 bcd
Paraquat	200	30	97,7 abcd	73,3 def
Paraquat	400	30	97,1 abcd	80,1 bcde
Paraquat	200	28	89,7 d	80,5 bcde
Paraquat	400	28	98,5 abc	74,3 cdef
Hidrazida maléica	1800	34	96,3 bcd	87,1 b
Hidrazida maléica	1800	30	99,7 ab	85,2 bc
Testemunha sem aplicação			97,7 abcd	83,6 bcd
Testemunha sem arroz vermelho			100,0 a	94,1 a
Coefficientes de variação (%)			8,1	7,1

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

O teste de germinação de sementes, realizado 187 dias após a colheita do arroz, e relativo à primeira estação de crescimento, não apresentou significância estatística entre tratamentos, sendo 66% o valor médio desta variável (Tabela 4). A germinação das sementes, cujo teste foi conduzido 220 dias após a colheita do segundo experimento de campo, apresentou o maior valor na testemunha sem infestação de arroz vermelho, superando

todos os demais tratamentos. Para a segunda época de aplicação dos tratamentos com glyphosate, a germinação de sementes foi superior na dose de 1440 g/ha em relação a dose de 720 g/ha, confirmando a diferença entre doses utilizadas. No entanto, nenhum dos tratamentos que recebeu aplicação de herbicidas diferiu da testemunha não tratada ou do padrão em que se utilizou hidrazida maléica.

**TABELA 4 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre germinação das sementes do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em laboratório 187 (1998) e 220 (1999) dias após a colheita, UFRGS, Porto Alegre, RS**

Tratamentos	Doses (g. i. a. /ha)	Umidade dos grãos <sup>1</sup>	Germinação (%)	
			1998	1999
Glyphosate	720	34	81 <sup>2</sup>	77 bc <sup>2</sup>
Glyphosate	1440	34	80	77 bc
Glyphosate	720	30	85	69 c
Glyphosate	1440	30	83	83 b
Glufosinate	200	30	84	74 bc
Glufosinate	400	30	82	77 bc
Glufosinate	200	28	84	78 bc
Glufosinate	400	28	83	76 bc
Paraquat	200	30	80	69 c
Paraquat	400	30	84	74 bc
Paraquat	200	28	88	77 bc
Paraquat	400	28	82	69 c
Hidrazida maléica	1800	34	85	77 bc
Hidrazida maléica	1800	30	86	80 bc
Testemunha sem aplicação			84	79 bc
Testemunha sem arroz vermelho			---	92 a
Coefficiente de variação (%)			4,9	8,5

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>3</sup> Não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade.

As sementes de arroz apresentam-se fisiologicamente maduras quando atingem o peso máximo de matéria seca. O cultivar de arroz IRGA-416, na ausência de infestação de arroz vermelho, atinge peso máximo de grãos cerca de 24 dias após o florescimento, quando eles apresentam 27% de umidade. Porém, a presença de arroz vermelho, embora não chegue a alterar o período de máximo acúmulo de massa nos grãos, eleva o teor de umidade presente nos grãos do arroz cultivado para 30%, condição que define a época adequada para aplicação de herbicida não seletivo em lavoura de arroz infestada com arroz vermelho (FLECK et al., 1999).

Pesquisas apontam para o fato de que a aplicação de herbicidas dessecantes, quando realizada na época correta, não prejudica a germinação das sementes, sendo que em alguns casos pode aumentá-la. Entretanto, efeitos negativos da adoção desta prática, em relação à perda do poder germinativo das sementes, também são relatados por outros autores. Em um dos estudos (DEAMBROSI e SALDAIN, 1997), glyphosate aplicado nas doses de 325 e 1080 g/ha no estágio de grãos pastosos do arroz cultivado e na floração do arroz vermelho,

reduziu a viabilidade das sementes de arroz quando estas foram colhidas 15 e 25 dias após a aplicação dos tratamentos. Por outro lado, GUBBELS et al. (1993) relataram que a germinação de sementes de linho foi pouco afetada pela dessecação da cultura com diquat e glufosinate a 550 e 750 g/ha, respectivamente. No entanto, glyphosate a 900 g/ha reduziu a germinação de sementes para épocas iniciais de aplicação, porém, o efeito negativo diminuiu com o atraso na aplicação.

Outros autores atribuem os efeitos de herbicidas não seletivos, além da época de aplicação, ao modo de translocação dos produtos dos locais de absorção até as sementes. Ao aplicarem paraquat e glyphosate 4, 3 e 2 semanas antes da época de colheita da soja, WHIGHAM e STOLLER (1979) observaram que paraquat não afetou a germinação das sementes nem o vigor das plântulas em nenhuma das datas, atribuindo o efeito à reduzida translocação do produto após sua absorção. Porém, glyphosate em todas as épocas de aplicação reduziu estas variáveis, embora na última época de aplicação as plantas se encontrassem fisiologicamente maduras. Segundo os autores, glyphosate parece ser

translocado para os meristemas das sementes em desenvolvimento após aplicação, mas não para aquelas já plenamente desenvolvidas antes da aplicação. A presença de glyphosate nos embriões depende do estágio de desenvolvimento da semente na época de aplicação, pois nem todas as plântulas avaliadas mostraram danos. Já, glufosinate é herbicida que apresenta maior similaridade ao paraquat, com limitada translocação pelo xilema e floema, atuando principalmente no local de absorção (AHRENS, 1994).

As plantas podem responder diferentemente a determinado herbicida por apresentarem diferenças intrínsecas de ordem bioquímica ou fisiológica e também morfológica, que conduzem a distintos graus de absorção, translocação e metabolização do composto (DEVIRINE, 1989). O efeito da interação da planta e do herbicida é, também, função da estrutura química, da formulação,

do veículo, da técnica de aplicação e da dose do herbicida (HOLLY, 1976). Desta forma, a época de aplicação, as diferenças de translocação e as interações entre as plantas de arroz e os herbicidas desseccantes utilizados no presente experimento, podem explicar parcialmente as diferenças encontradas no desempenho dos mesmos sobre a progênie do arroz cultivado.

Para emergência de plântulas, avaliada 202 dias após a colheita do arroz na primeira estação de crescimento (Tabela 5), verificou-se redução da variável para os tratamentos com paraquat e hidrazida maléica, aplicados na primeira época, em comparação à testemunha não tratada. Para os demais tratamentos, as percentagens de emergência variaram entre 60 e 76% e não diferiram da testemunha que não recebeu aplicação e tampouco do padrão hidrazida maléica aplicada na segunda época.

**TABELA 5 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre emergência de plântulas do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em casa de vegetação 202 (1998) e 228 (1999) dias após a colheita para o primeiro e segundo ano respectivamente, UFRGS, Porto Alegre, RS**

Tratamentos testados	Doses (g. i. a./ha)	Umidade dos grãos <sup>1</sup>	Emergência (%)	
			1998	1999
Glyphosate	720	34	62 abcd <sup>2</sup>	66 bcd
Glyphosate	1440	34	60 bcd	69 bcd
Glyphosate	720	30	76 a	63 bcd
Glyphosate	1440	30	65 abcd	74 ab
Glufosinate	200	30	72 abc	65 bcd
Glufosinate	400	30	73 ab	67 bcd
Glufosinate	200	28	68 abc	71 bcd
Glufosinate	400	28	78 a	70 bcd
Paraquat	200	30	56 cd	58 cd
Paraquat	400	30	50 d	70 bcd
Paraquat	200	28	70 abc	66 bcd
Paraquat	400	28	68 abc	57 d
Hidrazida maléica	1800	34	55 cd	64 bcd
Hidrazida maléica	1800	30	67 abc	65 bcd
Testemunha sem aplicação			75 ab	73 abc
Testemunha sem arroz vermelho			-----	85 a
Coeficientes de variação (%)			10,9	4,9

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à emergência de plântulas no segundo ano, cuja avaliação foi realizada 228 DAC, a testemunha sem presença de arroz vermelho geralmente superou os demais tratamentos químicos testados (Tabela 5).

Paraquat aplicado na dose de 400 g/ha na segunda época, proporcionou menor emergência, comparativamente à testemunha não tratada, contudo, não diferiu de hidrazida maléica.

Sementes oriundas de plantas de sorgo aspergidas com glyphosate produziram elevada percentagem de plântulas anormais, com espaços cloróticos internervuras (BAUR et al., 1977). O dano foi maior quando os tratamentos foram aplicados 25 dias após o florescimento, quando os grãos de sorgo apresentavam umidade de 30 a 40%. Segundo os autores, a dessecação de sorgo próximo à maturação fisiológica propiciou que o herbicida glyphosate fosse translocado para as sementes em formação e, quando elas germinavam, os produtos tóxicos acumulados eram remobilizados e causavam mortalidade de plântulas. De igual forma, glyphosate, sulfosate e paraquat aplicados em diferentes doses e estádios sobre a cultura do trigo em estágio de grão leitoso, reduziu o peso das sementes, a germinação e, conseqüentemente, a emergência de plantas (JEFFERY, 1992). Quando os produtos foram aplicados com grãos em estágio pastoso, apenas a emergência de plântulas foi afetada. Já, quando a aplicação foi realizada com grãos em estágio de massa firme, somente paraquat afetou a emergência de plântulas.

Para altura de plântula de arroz na primeira estação de crescimento (Tabela 6), a maioria dos tratamentos não diferiu da testemunha, com exceção de glyphosate a 1440

g/ha quando aplicado na primeira época e de glufosinate a 200 g/ha na aplicação de segunda época, os quais reduziram esta variável.

Com relação à matéria seca de plântula (Tabela 6), em geral os tratamentos com glyphosate, glufosinate e paraquat não diferiram da testemunha não tratada e nenhum deles diferiu do padrão hidrazida maléica. No entanto, assim como ocorreu para altura de plântula, verificou-se o mesmo comportamento para matéria seca com utilização de glyphosate a 1440 g/ha na primeira época e com glufosinate a 200 g/ha na segunda época, os quais reduziram a variável em relação à testemunha. Também dois dos tratamentos em que foi utilizado paraquat reduziram a matéria seca de plântula relativamente à testemunha não tratada.

Na segunda estação de crescimento, a altura de plântula (Tabela 7) variou em função do tratamento químico aplicado. Assim, os valores desta variável foram menores para todas as plântulas oriundas dos tratamentos com glyphosate, quando comparados ao da testemunha não tratada e ao de hidrazida maléica na segunda época de aplicação, usada como padrão. De igual modo, glufosinate e paraquat, nas doses menores na primeira época e nas doses maiores na segunda época, reduziram a altura das plântulas da progênie.

**TABELA 6 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre altura e matéria seca de plântula do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em casa de vegetação aos 187 dias após a colheita, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998**

Tratamentos testados	Doses (g. l. a./ha)	Umidade dos grãos <sup>1</sup>	Altura (cm)	Matéria seca (mg/plântula)
Glyphosate	720	34	11,1 abc <sup>2</sup>	10,8 abcd
Glyphosate	1440	34	10,4 bc	10,0 bcd
Glyphosate	720	30	12,0 a	12,3 abc
Glyphosate	1440	30	11,5 ab	10,8 abcd
Glufosinate	200	30	11,7 ab	11,6 abc
Glufosinate	400	30	11,3 ab	11,4 abcd
Glufosinate	200	28	9,9 c	8,1 d
Glufosinate	400	28	12,2 a	13,3 ab
Paraquat	200	30	11,6 ab	10,7 abcd
Paraquat	400	30	11,0 abc	9,3 cd
Paraquat	200	28	11,3 ab	10,0 bcd
Paraquat	400	28	12,1 a	10,7 abcd
Hidrazida maléica	1800	34	10,9 abc	9,7 bcd
Hidrazida maléica	1800	30	11,6 ab	11,4 abcd
Testemunha sem aplicação			11,9 a	14,0 a
Coeficientes de variação (%)			7,3	18,4

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

No segundo ano de pesquisa, na maioria dos casos a matéria seca das plântulas oriundas dos tratamentos com herbicidas não diferiu da testemunha não tratada e também de hidrazida maléica (Tabela 7). Mas, como constatado para altura de plântula, ocorreu redução da matéria seca para plântulas oriundas de tratamentos com glufosinate e paraquat aplicados na menor dose para a primeira época e também para paraquat usado na maior dose na segunda época.

As variáveis altura e matéria seca de plântula apresentaram maiores valores na segunda estação de crescimento, comparativamente à primeira (Tabelas 6 e 7). Isto pode ser devido à melhor qualidade fisiológica das sementes em decorrência de condições climáticas mais favoráveis ocorrentes na segunda estação de crescimento, ou talvez a condições diferenciais de ambiente entre os testes conduzidos em casa de vegetação nas duas condições.

**TABELA 7 - Efeito de produtos químicos aplicados na fase de maturação do arroz cultivado sobre altura e matéria seca de plântula do cultivar de arroz IRGA-416, em teste realizado em casa de vegetação aos 228 dias após a colheita, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1999**

Tratamentos testados	Doses (g. i. a./ha)	Umidade dos grãos <sup>1</sup>	Altura (cm)	Matéria seca (mg/plântula)
Glyphosate	720	34	15,1 bcd <sup>2</sup>	25,9 ab
Glyphosate	1440	34	13,6 e	23,9 bcd
Glyphosate	720	30	15,1 bcd	25,5 abcd
Glyphosate	1440	30	14,7 bcde	25,4 abcd
Glufosinate	200	30	14,1 de	22,6 cd
Glufosinate	400	30	15,5 abc	26,5 ab
Glufosinate	200	28	15,8 ab	26,9 ab
Glufosinate	400	28	14,9 bcd	25,3 abcd
Paraquat	200	30	14,3 cde	22,4 d
Paraquat	400	30	16,3 a	26,2 ab
Paraquat	200	28	16,4 a	25,6 abc
Paraquat	400	28	14,0 de	19,5 e
Hidrazida maléica	1800	34	14,9 bcd	24,5 abcd
Hidrazida maléica	1800	30	16,4 a	27,6 a
Testemunha sem aplicação			16,5 a	25,9 ab
Testemunha sem arroz vermelho			16,3 a	26,2 ab
Coeficientes de variação (%)			4,9	7,6

<sup>1</sup> Na época de aplicação dos produtos químicos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

A translocação de assimilados para sementes em desenvolvimento pode acelerar a morte ou a maturação das plantas, resultando em menor quantidade de produtos assimilados nas sementes e, conseqüentemente, menor peso médio de grãos (RATNAYAKE e SHAW, 1992). Na primeira estação de crescimento, o peso médio de sementes oriundas dos tratamentos que receberam herbicidas desseccantes foi 5 e 4% inferior ao da testemunha sem aplicação e ao da média dos tratamentos com hidrazida maléica, respectivamente. Já para a segunda estação de crescimento, não se constatou diferenças entre o peso médio das sementes provenientes dos

tratamentos com herbicidas e a testemunha não tratada ou deles com o peso médio das sementes nos tratamentos com hidrazida maléica. Desta forma, os resultados obtidos indicam que as variáveis altura e matéria seca de plântula não variaram em função do peso médio das sementes originais.

A elevada infestação de arroz vermelho que se estabeleceu no segundo ano da pesquisa, associada à maior altura de suas plantas em relação às do arroz cultivado, com certeza provocou um efeito protetor (guarda chuva), impedindo provavelmente que parte do produto químico aspergido atingisse plenamente as folhas da cultura. Este fato,

permite pressupor que os resultados obtidos na segunda estação de crescimento sobre a progênie do arroz cultivado devam-se, em grande parte, à interferência exercida pelo arroz vermelho e à interceptação da pulverização provocada por sua folhagem. Estes aspectos podem ter confundido parcialmente os efeitos inerentes aos produtos químicos, afetando seu desempenho pleno nas plantas da cultura.

## CONCLUSÕES

Aplicação dos herbicidas não seletivos glyphosate, glufosinate e paraquat por ocasião da maturação fisiológica do arroz cultivado, em geral não afeta a viabilidade e a germinação de sementes e a emergência de plântulas da progênie.

Os herbicidas não seletivos, usados como dessecantes em arroz, apresentam efeitos equivalentes aos do regulador de crescimento hidrazida maléica em relação às características de sementes e da progênie da cultura.

A presença de elevada infestação de arroz vermelho durante o cultivo do arroz irrigado afeta negativamente a germinação das sementes de arroz cultivado, mas não altera o crescimento inicial das plantas da progênie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, W. H. (Ed.) **Herbicide handbook**. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352p.

ANDRES, A.; FLECK, N. G. Efeitos de imidazolinonas e sulfoniluréias sobre a produção de sementes e emergência de plântulas de quinquilho. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.2, p.63-69, 1994.

BAUR, J. R.; MULLER, F. R.; BOVEY, R. W. Effects of preharvest desiccation with glyphosate on grain sorghum seed.

**Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.6, p.1015-1018, 1977.

BOVEY, R. W.; MILLER, F. R.; BAUR, J. R. Preharvest desiccation of grain sorghum with glyphosate. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, n.5, p.618-621, 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

CERDEIRA, A. L.; COLE, A. W.; LUTHE, D. S. Cowpea (*Vigna unguiculata*) seed protein response to glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v.33, n.1, p.1-6, 1985.

DEAMBROSI, E.; SALDAIN, N. Supreción de la producción de semilla de arroz rojo. In: INIA. **Arroz: resultados experimentales 1996/97**. Treinta y Tres, 1997. p.12-14.

DEVIRINE, M. D. Phloem translocation of herbicides. **Review Weed Science**, Champaign, v.4, p.191-213, 1989.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, P. R. F. da et al. Duração e taxa do enchimento de grãos, rendimento de grãos e componentes do rendimento da cultivar de arroz IRGA-416 afetados pela presença de arroz vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p.494-496.

GUBBELS, G. H.; BONNER, D. M.; KENASCHUK, E. O. Effect of time of swathing and desiccation on plant drying seed, color and germination of flax. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.73, n.4, p.1001-1007, 1993.

HILL, E. R.; LACHMAN, W. H.; MAYNARD, D. N. Translocation of amitrole in yellow nutsedge and its effect on seed

- germination. **Weeds**, Gainesville, v.11, n.3, p.165-166, 1963.
- HOLLY, K. Selectivity in relation to formulation and application methods. In: AUDUS, L. J. (Ed.) **Herbicides: physiology, biochemistry, ecology**. New York: Academic Press, 1976. v.2. p.249-277.
- JEFFERY, L. S. Wheat progeny response to preharvest herbicide applications. In: INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS, 1992, [s.l.]. **Proceedings...** [s.l.: s.n.], 1992. v.2. p.233-236.
- JEFFERY, L. S.; ENGLISH, J. R.; CONNELL, J. The effect of fall application of glyphosate on corn (*Zea mays*), soybeans (*Glycine max*), and johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Champaign, v.29, n.2, p.190-195, 1981.
- RATNAYAKE, S.; SHAW, D. R. Effects of harvest-aid herbicides on soybean (*Glycine max*) seed yield and quality. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.2, p.339-344, 1992.
- WHIGHAM, D. K.; STOLLER, E. W. Soybean desiccation by paraquat, glyphosate, and ametryn to accelerate harvest. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.4, p.630-633, 1979.