

PERSISTÊNCIA DE HERBICIDAS IMIDAZOLINONAS NO SOLO E SEU IMPACTO SOBRE A CULTURA DO ARROZ SUBSEQUENTE

João P. Felin¹; Augusto Kalsing²; Valmir G. Menezes³; Angelo C. Scelvo⁴; Gustavo Piegas⁵

Palavras-chave: ambiente, efeito residual, imazethapyr, imazapyr, imazapic.

INTRODUÇÃO

Os herbicidas imidazolinonas, que inibem a enzima acetolactato sintase em plantas, possuem características físico-químicas que lhes permitem persistir no ambiente por longos períodos de tempo (VENCILL, 2002). Essas características incluem, especialmente, os coeficientes de dissociação em meio ácido (pka) e de partição octanol:água (kow), as quais regulam a dinâmica desses herbicidas no solo. Além disso, outros fatores específicos, como as condições ambientais, os atributos do solo e o manejo da cultura, entre outros, afetam o comportamento ambiental das imidazolinonas. Deste modo, quando a interação destes fatores for favorável para o incremento da persistência, pode haver o comprometimento do cultivo de espécies suscetíveis na safra subsequente.

A introdução de cultivares de arroz com a característica de resistência aos herbicidas imidazolinonas (Clearfield[®]) proporcionou uma alternativa eficaz e prática para o controle seletivo do arroz vermelho. Atualmente, duas misturas de herbicidas pertencentes a este grupo químico estão legalmente registradas para utilização nesta tecnologia, a seguir: imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic. Recomenda-se que, após a segunda safra, o uso de cultivares resistente seja temporariamente interrompido para prevenir a ocorrência de danos às culturas em sucessão (BASF, 2004). Mas, a possibilidade de ocorrerem injúrias que resultem em dano econômico às cultivares convencionais de arroz traz transtornos aos agricultores que utilizaram herbicidas imidazolinonas.

Este trabalho partiu da premissa de que os herbicidas imidazolinonas registrados para utilização nas áreas com arroz clearfield[®] apresentem persistência diferencial e, assim, efeito distinto sobre os cultivos em sucessão. Isto ocorreria devido às diferenças existentes entre as suas características físico-químicas, o que pode influenciar a magnitude dos processos de degradação destes compostos no solo. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi o avaliar o impacto da atividade residual de herbicidas imidazolinonas sobre o desempenho da cultura do arroz convencional subsequente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA/IRGA), em Cachoeirinha (RS), na estação de crescimento 2010(11). O clima da região é do tipo subtropical úmido de verão, com temperatura média do ar de 9,8 e 31,6°C, respectivamente, em uma média anual dos meses mais frios e mais quentes. O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico distrófico típico (STRECK *et al.*, 2008), e conteve, na análise laboratorial, as seguintes características químicas: pH (H₂O): 6,1; Argilas: 18%; Matéria orgânica: 2,2%; Fósforo: 43,2 mg L⁻¹; e, Potássio: 50 mg L⁻¹. A área vem sendo anualmente cultivada

¹ Estudante de Agronomia, Universidade Luterana do Brasil - ULBRA; Estagiário do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA. Av. Eng. Agr. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, Cachoeirinha (RS). E-mail: jpfelin@hotmail.com.

² Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador da Fundação de Apoio e Desenvolvimento de Tecnologia ao Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA. E-mail: augusto@fundacaoirga.org.br.

³ Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA. E-mail: vmgaedke@yahoo.com.br.

⁴ Estudante de Agronomia, Universidade Luterana do Brasil - ULBRA; Estagiário do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA. E-mail: angelo.csc@gmail.com

⁵ Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM; Estagiário do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA.. E-mail: gustavo_piegas@hotmail.com

no sistema de cultivo mínimo do solo, com o cultivo de arroz irrigado na estação estival e pousio na estação hiberna (vegetação espontânea).

A cultivar de arroz irrigado utilizada para avaliar o efeito das combinações dos tratamentos foi a IRGA 424. As práticas de manejo utilizadas durante o experimento basearam-se nas recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil (SOSBAI, 2010). Deste modo, a semeadura do arroz ocorreu na época considerada preferencial (10/11), na densidade de 100 kg de sementes ha^{-1} , perfazendo-se uma população média de 65 plantas m^{-2} . A adubação do solo foi realizada por meio da distribuição nas linhas de semeadura de 400 kg ha^{-1} da fórmula 05.20.30, o que aportou 20 kg N ha^{-1} , 80 kg P_2O_5 ha^{-1} e 120 kg K_2O ha^{-1} . Em adição, aplicaram-se em cobertura duas doses de nitrogênio, a seguir: 40 e 80 kg N ha^{-1} , respectivamente, para os estádios fenológicos V_4 e V_8 do arroz (COUNCE *et al.*, 2000). Para o controle de plantas daninhas, aplicou-se o herbicida penoxsulfam na dose de 28 g i.a. ha^{-1} , antes da irrigação da cultura, quando as plantas do arroz encontravam-se no estágio V_4 .

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, utilizando-se quatro repetições. Os tratamentos constaram do efeito residual de distintos herbicidas do grupo das imidazolinonas (Tabelas 1 e 2), aplicados na área experimental durante as safras 2008/09 e 2009/10). Os tratamentos herbicidas foram repetidos sobre as mesmas unidades experimentais, com a finalidade de avaliar o seu efeito residual após dois anos de uso consecutivo na mesma área. A aplicação desses herbicidas foi realizada com um pulverizador de precisão pressurizado a CO_2 , com bicos de jato em leque, aplicando-se um volume de calda de 150 l ha^{-1} . Nas duas safras, as aplicações em pré-emergência foram realizadas logo após a semeadura da cultura, enquanto que, no caso das aplicações realizadas em pós-emergência, as plantas de arroz cultivado encontravam-se entre os estádios fenológicos V_3 e V_4 . Esta operação foi efetuada em momentos com temperatura do ar, umidade do ar e umidade do solo adequados para a otimização da atividade herbicida dos produtos testados.

Inicialmente, os efeitos das combinações dos tratamentos foram avaliados por ocasião do estágio V_3 da cultura. Neste momento, foram determinados, em cada parcela, a estatura (cm), a densidade populacional (plantas m^{-2}) e a fitointoxicação visual (%) expressas pelas plantas de arroz. Na sequência, após cessada a maturação dos grãos, coletaram-se dez panículas por parcela, com as quais se determinou o número de grãos panícula⁻¹ e a massa do grão (mg). Ao final, colheram-se mecanicamente as oito linhas centrais de cada unidade experimental, ou 9,5 m^2 , onde se determinou o número de panícula m^{-2} e o rendimento de grãos (kg ha^{-1}). Os dados obtidos foram avaliados quanto às suposições para o procedimento da análise de variância, onde se verificou a condição de normalidade em todas as variáveis analisadas. Na análise de variância pelo teste F e, também na comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizou-se 5% de probabilidade do erro experimental como limite de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos acumulados no solo após a utilização por dois anos consecutivos de quaisquer tratamentos com herbicidas imidazolinonas afetaram o desenvolvimento inicial das plantas de arroz (Tabela 1). De fato, a densidade, a estatura e a fitointoxicação visual expressa pelas plantas de arroz na testemunha diferiram estatisticamente quando comparadas aos demais tratamentos. Verificou-se haver diferenciação significativa entre os efeitos obtidos com os diferentes tratamentos herbicidas, mas, a magnitude destes efeitos não foi equivalente entre as três variáveis. De forma geral, os tratamentos com aplicações em pré e pós-emergência causaram maiores efeitos negativos às plantas de arroz, em relação às aplicações apenas em pós-emergência. Estes resultados podem ser atribuídos a maior dose dos herbicidas utilizada nas aplicações sequenciais, o que pode implicar em maior persistência destes compostos junto ao solo.

Tabela 1 - Densidade (DNP), estatura (EST) e fitointoxicação (FTP) de plantas de arroz da cultivar IRGA 424, avaliadas no estágio V₃, em função de tratamentos com herbicidas imidazolinonas. EEA/IRGA, Cachoeirinha (RS), 2010/11.

Tratamentos	Doses ⁽³⁾	Variáveis explicativas		
		DNP (Plts m ⁻²)	ETP (cm)	FTP (%)
1. Testemunha	---	58,5 a	20,7 a	0,0 e
2. Kifix (pré + pós)	0,10 + 0,10	38,5 c	16,5 bc	30,0 bc
3. Kifix (pré + pós)	0,14 + 0,14	50,5 ab	17,6 bc	32,5 b
4. Kifix (pós) ⁽¹⁾	0,14	36,2 c	16,7 bc	17,5 cd
5. Only (pré + pós)	0,75 + 0,75	44,2 bc	15,8 c	55,0 a
6. Only (pós) ⁽²⁾	1,00	44,7 bc	18,5 b	15,0 d
DMS (5%) ⁽⁴⁾	---	12,3	1,9	13,2

⁽¹⁾Kifix (imazapir + imazapic - 17 + 52 g i.a. kg⁻¹).

⁽²⁾Only (imazethapyr + imazapic - 75 + 25 g i.a. l⁻¹).

⁽³⁾Dose em l ou kg do p.c. ha⁻¹.

⁽⁴⁾Diferença mínima significativa para comparar médias entre tratamentos.

O número de panículas m⁻², o número de grãos panícula⁻¹ e o rendimento de grãos da cultura do arroz somente foram afetados negativamente pela aplicação sequencial do herbicida imazethapyr + imazapic. Nesta situação, pode-se estimar redução de aproximadamente 30, 10 e 20% em comparação à testemunha, respectivamente, para a mesma sequência de variáveis (Tabela 2). Destaca-se que, para os outros tratamentos, constatou-se recuperação das plantas de arroz com o passar do tempo, o que possibilitou manter o potencial de produtividade da cultura. A massa dos grãos não foi alterada significativamente em função do uso de quaisquer tratamentos avaliados no experimento, independente da mistura de herbicidas sob avaliação. Com efeito, constatou-se que a magnitude da diferença entre o maior e o menor valor médio verificados para este componente do rendimento de grãos foi de apenas 3%.

Tabela 2 - Panículas m⁻² (PPA), grãos panícula⁻¹ (GPP), massa do grão (MDG) e rendimento de grãos (RTG) da cultivar IRGA 424, em função de tratamentos com herbicidas imidazolinonas. EEA/IRGA, Cachoeirinha (RS), 2010/11.

Tratamentos	Doses ⁽³⁾	Variáveis explicativas			
		PPA	GPP	MDG	RTG
1. Testemunha	---	286,8 a	84,1 ab	28,0 a	9.237 a
2. Kifix (pré + pós)	0,10 + 0,10	247,8 a	95,8 a	26,9 a	8.993 a
3. Kifix (pré + pós)	0,14 + 0,14	258,1 a	86,4 ab	26,9 a	9.029 a
4. Kifix (pós) ⁽¹⁾	0,14	243,4 a	84,0 ab	26,7 a	9.148 a
5. Only (pré + pós)	0,75 + 0,75	206,6 b	74,8 b	27,1 a	7.548 b
6. Only (pós) ⁽²⁾	1,00	244,1 a	78,6 ab	27,3 a	9.050 a
DMS (5%) ⁽⁴⁾	---	69,9	20,5	1,4	902

⁽¹⁾Kifix (imazapir + imazapic - 17 + 52 g i.a. kg⁻¹).

⁽²⁾Only (imazethapyr + imazapic - 75 + 25 g i.a. l⁻¹).

⁽³⁾Dose em l ou kg do p.c. ha⁻¹.

⁽⁴⁾Diferença mínima significativa para comparar médias entre tratamentos.

Em outros estudos realizados nas condições de cultivo do Rio Grande do Sul, tais como Villa *et al.* (2006), Mariot *et al.* (2008) e Pinto *et al.* (2011), entre outros, também se verificou efeito negativo de imazethapyr + imazapic sobre o desempenho agrônomo do cultivo de arroz convencional. Isto evidencia que, nos ambientes de várzea, este herbicida propicia resíduos no solo em quantidade suficiente para reduzir a produtividade de

cultivares de arroz não clearfield®. Contrariamente, quando se empregou o herbicida composto pela mistura formulada de imazapir + imazapic, não houve restrição ao potencial de rendimento de grãos do arroz convencional. Estes resultados confirmam a premissa de que as diferentes misturas de herbicidas imidazolinonas testadas neste trabalho apresentam persistência diferencial nas áreas cultivadas com arroz.

CONCLUSÃO

As misturas dos herbicidas imazethapyr + imazapic e imazapir + imazapic com registrado para a cultura do arroz (clearfield) apresentaram persistência diferencial no solo após dois anos de uso consecutivo. Nesta condição, o uso da maior dose recomendada de imazethapyr + imazapic afetou o desempenho da cultura do arroz convencional em sucessão, enquanto que imazapir + imazapic não a afetou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASF BRASILEIRA S.A. **Sistema Clearfield de produção de arroz**. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/ptBR/content/APBrazil/solutions/clearfield/index>. Acesso em 10/05/2011.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

MARIOT, C.H.P. *et al.* Estabelecimento e desenvolvimento de cultivares convencionais após 2 anos de uso do sistema clearfield em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Resumos...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008. p. 530.

PINTO, J.J.O. *et al.* Atividade residual de imazethapyr + imazapic em arroz semeado em rotação com o arroz Clearfield®. **Planta Daninha**, v.29, n.1, p.205-216, 2011.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 2007. 188 p.

STRECK, E.V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.Ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

VENCILL, W.L. (Ed.) **Herbicide handbook**, 8th Ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2002. 493p.

VILLA, S.C.C. *et al.* Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz-vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.761-768, 2006.