

USO DE ESPÉCIES HIBERNAIS NA REDUÇÃO DO RESIDUAL DOS HERBICIDAS IMAZETAPIR, IMAZAPIQUE E IMAZAPIR

Kelen Müller Souto¹; Sérgio Luiz de Oliveira Machado²; Luis Antonio de Avila³; Guilherme Vestena Cassol⁴; Luciano Luis Cassol⁵; Andrey Pereira Pivetta⁵.

Palavras-chave: arroz irrigado, fitorremediação, imidazolinonas

INTRODUÇÃO

O solo é um dos principais destinos dos agroquímicos usados na agricultura, sejam eles aplicados diretamente neste ou na parte aérea das plantas. Ao entrarem em contato com o solo, os herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que regulam seu destino no ambiente. Herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas são exemplos de compostos que possuem alta persistência no solo, podendo afetar culturas não tolerantes semeadas em rotação/sucessão (RENNER et al., 1998).

Técnicas como a fitorremediação, que consiste na descontaminação de solo ou água utilizando plantas e sua microbiota associada (SANTOS et al., 2007), são alternativas para reduzir o residual desses herbicidas no solo. Quando se obtém uma planta com essa capacidade, na prática, o que se conquista é a antecipação da produção de culturas agrícolas de interesse econômico, antes impossibilitadas de serem cultivadas em determinadas áreas (ACCIOLY et al., 2000). Em vista do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a fitorremediação do solo contaminado com os herbicidas compostos pelas misturas formuladas de imazetapir + imazapique (75 + 25 g i.a. L⁻¹) e imazapir + imazapique (525 + 175 g i.a. L⁻¹) através da utilização das espécies hibernais azevém (*Lolium multiflorum*) e trevo branco (*Trifolium repens*) + cornichão (*Lotus corniculatus*) em consórcio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em campo, na área sistematizada do Centro Agropecuário da Palma (CAP) pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), durante os anos agrícolas 2011/12 e 2012/13. O solo do local é classificado como Planossolo Háplico eutrófico solódico, unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2006). O mesmo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial (3X3) com quatro repetições, com cultivo em subparcelas (5x2m comprimento e largura, respectivamente). O Fator A foi composto pelas misturas formuladas herbicidas: imazetapir + imazapique (75 + 25 g i.a. L⁻¹) e imazapir + imazapique (525 + 175 g i.a. L⁻¹), nas doses recomendadas correspondendo a 1500 mL ha⁻¹ e 140 g ha⁻¹, respectivamente, (SOSBAI, 2012), mais um tratamento testemunha (sem aplicação de herbicida). O fator B, em subparcelas, foi composto pelas espécies de azevém, trevo branco + cornichão e um tratamento sem presença de plantas de cobertura (pousio), totalizando 36 parcelas.

Na estação de cultivo 2011/2012 foi realizada aplicação dos herbicidas conforme recomendações técnicas (SOSBAI, 2012). A área experimental total (460 m²) foi cultivada sob o Sistema Clearfield® utilizando a cultivar Puitá INTA CL, na densidade de 100 kg de sementes ha⁻¹. No período de entressafra (inverno de 2012) a área foi subdividida em parcelas e ocorreu o cultivo das espécies hibernais potencialmente fitorremediadoras.

Com o objetivo de determinar a capacidade fitorremediadora das espécies hibernais citadas, na estação de cultivo 2012/2013, foi semeada, em toda a área

¹ Eng. Agrônoma, M.Sc., doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pinheiro Machado, 2866, ap.401, CEP: 97050-600, Santa Maria, RS, kelen_ms@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Dr., Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

³ Eng. Agrônomo, PhD. Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

⁴ Eng. Agrônomo, M.Sc., Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

⁵ Aluno de graduação do curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

experimental, a cultivar de arroz IRGA 417 suscetível aos herbicidas utilizados, e portanto, utilizada como planta bioindicadora da presença de resíduos dos herbicidas imazetapir, imazapique e imazapir no solo. As características avaliadas, nas plantas de arroz não Clearfield®, para determinação do potencial fitorremediador das espécies cultivadas anteriormente, em nível de campo, foram: população inicial de plantas (número de plantas por metro quadrado), estatura de plantas e fitotoxicidade aos 14, 21, 28 DAE e massa da matéria seca da parte aérea aos 30 e 55 DAE. Os sintomas de fitotoxicidade foram avaliados visualmente, atribuindo-se notas de acordo com os sintomas apresentados pela planta em resposta a aplicação do herbicida, através da escala percentual de 0 a 100%, onde 0 corresponde a ausência de fitotoxicidade e 100% corresponde a morte das plantas (GAZZIERO et al., 1995). A estatura das plantas foi avaliada, adotando-se a extremidade das folhas mais altas e para determinação da massa seca da parte aérea das plantas estas foram cortadas rente ao solo e levadas a estufa de circulação forçada (70 ± 2 °C) por 72 horas e posteriormente pesadas.

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância (normalidade e homocedasticidade da variância), e submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). O teste de Tukey ($p \leq 0,05$) foi utilizado para comparação entre os tratamentos herbicidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o desenvolvimento da cultivar de arroz irrigado suscetível aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (IRGA 417) após o cultivo das espécies hibernais potencialmente remediadoras, pode-se observar interação significativa ($p < 0,05$) entre espécies e herbicidas para as variáveis fitotoxicidade e número de plantas por metro linear. O mesmo não ocorreu para as variáveis estatura de plantas e massa seca da parte aérea.

Observou-se menor efeito tóxico quando o arroz foi semeado em sucessão ao consórcio de trevo branco + cornichão, diferindo significativamente dos demais tratamentos, independente do período avaliado (14, 21 e 28 DAE) (Tabela 1). Foi observada diferença significativa entre os herbicidas utilizados apenas nas avaliações realizadas aos 14 DAE, nas parcelas cultivadas com azevém e nas parcelas deixadas em pousio, e aos 21 DAE nas parcelas deixadas em pousio. Nessas avaliações, os maiores sintomas de fitotoxicidade foram observados nas parcelas com residual de imazapir + imazapique (H2) (Tabela 1).

O consórcio de trevo branco + cornichão apresentou o maior número de plantas por metro linear em comparação com as demais espécies, não diferindo significativamente das parcelas anteriormente deixadas em pousio na entressafra, apenas nas parcelas que não receberam tratamento herbicida (controle). Não foi observado efeito do tratamento herbicida sob as plantas de arroz semeadas após o cultivo do consórcio das leguminosas, entretanto, para a cultura do azevém, o maior número de plantas por metro linear foi encontrado nas parcelas com residual de imazetapir + imazapique (Tabela 1).

Quanto a variável estatura de plantas, pode-se observar maior estatura das plantas de arroz quando estas foram cultivadas posteriormente ao consórcio de leguminosas, diferindo estatisticamente das demais espécies. Para os herbicidas testados, as maiores estaturas foram observadas no tratamento controle, não havendo diferença significativa entre os herbicidas imazetapir + imazapique e imazapir + imazapique. Da mesma forma, para as avaliações de massa seca da parte aérea, os maiores resultados foram obtidos no consórcio de trevo branco + cornichão e no tratamento que não receberam herbicidas (Tabela 2).

Tabela 1. Fitotoxicidade e número de plantas por metro linear de plantas de arroz (cultivar IRGA 417), semeadas em sucessão a plantas hibernais, em solo contaminado com os herbicidas imazetapir + imazapique (H1) e imazapir + imazapique (H2). Centro Agropecuário da Palma, UFPel, Capão do Leão, RS, 2012.

Cultura	Fitotoxicidade						N plantas/m linear		
	-----%-----								
	14 DAE ¹		21 DAE		28 DAE		14 DAE		
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	Test. ²	H1	H2
Consórcio ³	7,0 bA	11,7 bA	16,2 cA	13,7 cA	14,5 cA	11,2 cA	53,0 aA	50,0 aA	56,2 aA
Azevém	15,5 aB	23,7 aA	56,2 aA	62,5 aA	46,2 aA	48,7 aA	28,7 bB	35,2 bA	33,0 bAB
Pousio	12,5 aB	27,5 aA	25,0 bB	35,0 bA	27,5 bA	28,7 bA	47,5 aA	33,0 bB	36,2 bB
C.V. (%)	---- 32,26 ----		---- 17,75 ----		---- 13,03 ----		---- 8,54 ----		

¹Dias após emergência. ²Testemunha (sem aplicação de herbicida). ³Consórcio de trevo branco + cornichão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na coluna (cultura) e maiúsculas iguais dentro de cada data de avaliação, na linha (herbicidas) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Tabela 2. Estatura e massa seca da parte aérea das plantas de arroz (cultivar IRGA 417), semeadas em sucessão à plantas hibernais, em solo contaminado com os herbicidas imazetapir + imazapique (H1) e imazapique + imazapir (H2). Centro Agropecuário da Palma, UFPel, Capão do Leão, RS, 2012.

Cultura	Estatura			Massa seca da parte aérea	
	14 DAE ¹	21 DAE	28 DAE	30 DAE	55 DAE
Consórcio ²	39,3 a	45,8 a	47,7 a	30,9 a	37,8 a
Azevém	37,2 b	44,1 b	45,7 b	24,8 b	36,7 a
Pousio	34,2 c	42,5 b	44,9 b	23,7 b	37,0 a
Herbicida					
Testemunha	38,2 a	45,3 a	46,9 a	30,1 a	39,4 a
H1	35,8 b	43,2 b	45,1 b	23,8 b	36,7 b
H2	36,9 c	44,0 ab	46,1 ab	25,4 b	35,3 b
Média	36,90	44,16	46,10	26,46	37,16
C.V. (%)	---- 3,85 ----	---- 3,68 ----	---- 2,43 ----	---- 8,68 ----	---- 9,05 ----

¹Dias após emergência. ²Consórcio de trevo branco + cornichão. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Provavelmente, o maior aporte de nitrogênio ao solo, proporcionado pelas leguminosas em relação as gramíneas, proporcionou o melhor desenvolvimento das plantas bioindicadoras, uma vez que, além de mais nitrogênio disponível para a planta, este influencia positivamente na atividade microbiana do solo, consequentemente aumentando a taxa de degradação dos herbicidas em questão (fitoestimulação). Tanto imazetapir quando imazapique e imazapir contam com a degradação microbiana (GOETZ et al., 1990) e a decomposição fotolítica (ALISTER et al., 2005) como principais mecanismos de dissipação. Segundo Silva et al., 2009, leguminosas comumente apresentam altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhadas de baixa relação C/N, cuja decomposição é

relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as culturas sucessora.

CONCLUSÃO

O consórcio de trevo branco + cornichão permite o desenvolvimento normal das plantas de arroz não tolerante aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Demonstrando que o cultivo dessas espécies na entressafra pode ser uma alternativa para áreas com residual de imidazolinonas onde se pretende introduzir culturas não tolerantes a esses herbicidas

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Herbologia (CEHERB) da Universidade Federal de Pelotas pelo apoio nas pesquisas referentes ao trabalho acima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A. M. A. et al., Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.299-352, 2000.
- ALISTER, C. et al., Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop Protection**, v. 24, n. 4, p. 375-379, 2005.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. **Planta Daninha**, 1995 p. 42.
- GOETZ, A. et al., Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Science**, v. 38, n. 2, p. 421-428, 1990.
- RENNER, K. A. et al., Effect of tillage application method on corn (*Zea mays*) response to imidazolinone residues in soil. **Weed Technology**, v.12, n.2, p.281-285, 1998.
- SANTOS, E. A. et al. Fitoestimulação por *Stizolobium aterrimum* como processo de remediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.259-265, 2007.
- SILVA, P. C. G. Fitomassa e relação C/N em consórcio de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1405-1512, 2009
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Gravataí, RS: SOSBAI, 176p. 2012.