

DISSIPAÇÃO DO HERBICIDA BYSPIRIBAQUE-SÓDICO EM SOLO, ÁGUA E SEDIMENTO DE LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos¹; André Andres²; Manoela Terra de Almeida³; Morjana Luisa Pereira Facio⁴; Matheus Fernandes da Silva⁵

Palavras-chave: agrotóxico, resíduo, ambiente, qualidade, cereal,

INTRODUÇÃO

Bispiribaque-sódico [sodium 2,6-bis(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yloxy)benzoate] é um herbicida seletivo do grupo químico ácido pirimidiniloxibenzóico usado em formulação comercial na pós-emergência das plantas daninhas na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) (ANVISA, 2011). O herbicida apresenta classificação toxicológica II (altamente tóxico) e ambiental III (produto perigoso), com intervalo de segurança de 118 dias (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010). Este produto é perigoso ao meio ambiente, altamente transportável, desloca-se facilmente no solo, podendo alcançar lençóis freáticos e águas superficiais, em áreas vizinhas. Aplicações desse herbicida nas lavouras de arroz irrigado podem resultar na persistência no solo e sedimento, de onde pode mover-se à lâmina d'água de irrigação (BRASIL, 2011). O herbicida bispiribaque-sódico é relativamente flexível quanto à dose utilizada e ao momento de aplicação (FISCHER et al., 2004 citado por Concenço, 2007). Ao aumentar a dose, obtém-se controle de espécies daninhas em estágio mais avançado de desenvolvimento (FREITAS et al., 2004 citado por Concenço, 2007). Essa característica tem feito com que alguns produtores cometam abusos na dose do produto (CONCENÇO, 2007). Essa flexibilidade de doses pode resultar em riscos de contaminação da água e do solo. A avaliação da persistência do bispiribaque-sódico na água de irrigação de lavouras cultivadas no sistema pré-germinado, durante duas safras agrícolas consecutivas, revelou a presença do herbicida até 30 dias após a aplicação, evidenciando a necessidade de retenção da água na área onde foi aplicado, para evitar que resíduos alcancem mananciais hídricos ao entorno (MACEDO, et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o período residual de bispiribaque-sódico em solo, água e sedimento, em condições de parcelas experimentais, determinando a dissipação em lavoura de arroz irrigado de várzea subtropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo, com duração de dois anos agrícolas, iniciado na safra 2008/09, foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico, apresentou as seguintes características: argila (13%), pH (4,8); matéria orgânica (1,4%) g dm⁻³; fósforo (14,7 mg dm⁻³); potássio (71 mg dm⁻³). Os tratamentos compreenderam (T1) aplicação de 48 g do ingrediente ativo bispiribaque-sódico e, (T2) testemunha (sem aplicação de bispiribaque-sódico). Cada parcela experimental, de 120 m², conteve sistema independente de irrigação e drenagem, com uma entrada e uma saída da água de irrigação. A

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, CP 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. maria.laura@cpact.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, andre.andres@cpact.embrapa.br

³ Estudante de Química Ambiental/UCPel, almeidamanoela@hotmail.com

⁴ Estudante de Química Ambiental/UCPel, morjana_facio@yahoo.com.br

⁵ Estudante de Eng. Eletrônica/UCPel, fsmatheus@gmail.com

semeadura (cultivar BRS Querência) foi realizada em 31/10/09. O bispiribaque-sódico foi aplicado na pós-emergência de plantas daninhas em 04/12/09, por meio de pulverizador costal com bico leque. A irrigação das parcelas ocorreu cinco dias após a aplicação do herbicida (05/12/09), estabelecendo-se uma lâmina de água de 0,10 m de espessura.

Realizaram-se a análise qualitativa e quantitativa de resíduos do bispiribaque-sódico em amostras de solo, água e de sedimento, durante a safra de 2009/10. Coletaram-se cinco amostras compostas de solo nas parcelas, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, num volume de 500 g cada, 1 dia antes da aplicação do herbicida (1DAA) e após a aplicação, 1DAA, 3DAA e 210DAA. Após a irrigação, coletaram-se amostras compostas de água (1,0 L cada) e sedimento, em triplicata, na profundidade de 0-20 cm, 1dia após a irrigação (1DAI), 3DAI, 7DAI, 10DAI, 15DAI, 20 DAI, 30 DAI, 60 DAI e 90DAI. Durante o período de drenagem da parcela (90 DAI), na saída da tubulação, coletaram-se amostras d'água, em intervalos variáveis, aos 30, 60 e 90 minutos após o início da drenagem. Nesse período, coletaram-se amostras de água do canal de drenagem principal e secundário. Realizaram-se as análises cromatográficas no Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Porto Alegre, RS, em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo *Applied Biosystems* 3200 Qtrap. Os limites de quantificação (LQ) para bispiribaque-sódico foram de 0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$ e 0,01 $\mu\text{g L}^{-1}$ para solo/sedimento e água, respectivamente. Analisaram-se, no laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água: coliformes totais e *Escherichia coli*, condutividade elétrica (CE), sólidos totais, dissolvidos e suspensos, turbidez, pH e temperatura (TE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração residual de bispiribaque-sódico no solo após o período de 300DAA na safra 2008/09 foi de 2,3 $\mu\text{g L}^{-1}$, comprovando a característica de persistência dessa molécula no solo (BRASIL, 2011). Os valores de concentração detectados no solo para o herbicida aos 1DAA, 3DAA e 210 DAA, na profundidade de 0-20 cm, foram de 176, 6, 129,4 e 30,5 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 1). Os resultados demonstram que o herbicida é resistente para a degradação, permanecendo no solo por longo tempo após a sua aplicação. Este fato poderá acarretar fitotoxicidade em culturas sensíveis semeadas em sucessão. A persistência e mobilidade são importantes critérios que determinam a segurança de herbicidas para uso no meio ambiente (FABER et al., 1997). As concentrações residuais de bispiribaque-sódico no sedimento e na água constituinte da lâmina de irrigação da lavoura de arroz apresentaram uma tendência de regressão linear negativa ($y = -14,68x + 169,0$ $R^2 = 0,708$; $y = -0,476x + 5,905$ $R^2 = 0,911$), ao longo do período de 90 dias de dissipação do herbicida (Figura 1). Resíduos de bispiribaque-sódico declinaram consistentemente com o tempo na água e no sedimento, com concentrações acima do limite de detecção até 60DAA e 90DAA, respectivamente. A degradação do herbicida na água aos 90DAA foi de 99,72%, e no sedimento, de 97,1%, valores percentuais correspondentes ao total detectado em 1DAA. Em vista da moderada persistência e a mobilidade do herbicida em muitos solos, bem como da natureza do cultivo do arroz irrigado envolvendo água e canais de irrigação, áreas inundadas associadas com as lavouras tornam-se vulneráveis para a deriva de pulverizações e o escoamento superficial (EPA, 2011). As concentrações residuais até os 30DAA mantiveram-se acima dos valores máximos permitidos (VMP) na água potável para cada ingrediente ativo, aplicados na Comunidade Européia, que não deve ultrapassar 0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Directive 98/83/CE DU CONSEIL, 1998). As concentrações do herbicida na água foram < 0,01 $\mu\text{g L}^{-1}$, no período de drenagem e nas águas dos canais de drenagem principal e secundário da área experimental. Salienta-se, porém, que concentrações traço podem ser indicativo de alerta para a adoção do manejo integrado de pragas (MIP) em lavouras de arroz irrigado no RS. Os valores dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água constam na Tabela 1. Os valores CE mantiveram-se superiores a 90 $\mu\text{S cm}^{-1}$, elevando-se ao longo do período da curva até os 30DAI, indicativo da dissolução de sais derivados dos

fertilizantes aplicados na adubação do arroz. O pH apresentou pouca variação ao longo do período da curva, mantendo-se em uma faixa de > 5,0 e < 8,0. Ressalta-se que o pH de uma solução tem um efeito significativo no comportamento dos herbicidas, pois os mesmos não são muito estáveis tanto em valores de pH baixo ou alto (LAVORENTI, 1996). Os sólidos dissolvidos totais (DT) e turbidez mantiveram-se abaixo de 500 mg L⁻¹ e 100 UNT, VMP para águas da Classe 1(CONAMA, 2005), respectivamente. Os valores de TE da água variaram de 23,4-32,5 °C, enquanto que a TE do ar ao longo do dia variou de 11,7-30,9 °C. A TE da água pode influenciar tanto a degradação química quanto à microbiológica do herbicida, sendo a pressão de vapor (PV) uma função direta da TE do ar (LAVORENTI, 1996). A PV do bispiribaque-sódico é baixa ($3,79 \times 10^{-11}$ mmHg) (EPA, 2011), estando sujeito a causar contaminação no ambiente. Durante o período de drenagem, houve maior variação dos parâmetros CE, DT e turbidez. A perda de DT pode liberar consigo nutrientes e outros materiais, como agrotóxicos que, adsorvidos em partículas do solo em suspensão, podem ser transportados para corpos hídricos (MATTOS et al., 2005). Detectaram-se coliformes totais e *E. coli* na água, evidenciando a contribuição desses microrganismos à degradação do bispiribaque-sódico.

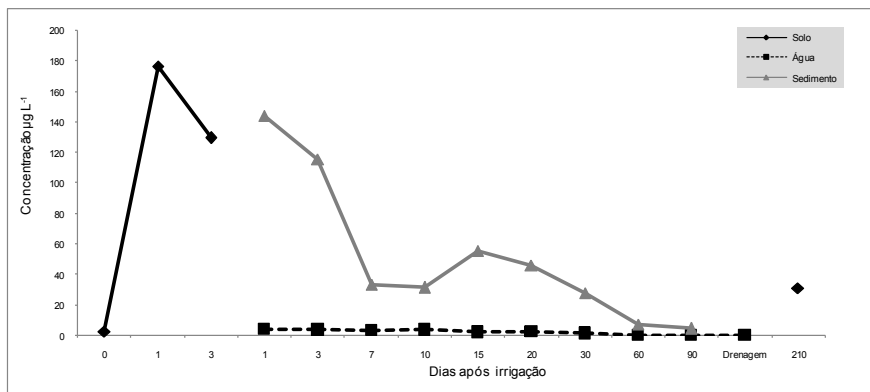


Figura 1. Residual do bispiribaque-sódico no solo [(0= concentração de duas safras consecutivas; 1 e 3 dias pós-aplicação (DAAH) e 210 DAAH], na água e no sedimento de lavoura inundada irrigado, no período de dissipação (90 dias) e na drenagem. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011.

Tabela 1. Condutividade elétrica, pH, sólidos totais, dissolvidos e solúveis e tubidez da água da fonte de captação (açude), dos canais de irrigação principal e secundário e da lâmina do tratamento 1. Média de três repetições. Safra agrícola 2009/10. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011.

Fonte de água	Data de coleta	CE ¹ µS cm ⁻¹	pH ²	ST ³ ----- mg L ⁻¹	SD ⁴ mg L ⁻¹	SS ⁵ ----- mg L ⁻¹	Turb ⁶ UNT
Açude	2/12/2009	43,33	80,00	70,67	9,33	6,61	24,67
Canal principal de irrigação	2/12/2009	43,67	71,33	55,67	15,67	6,36	24,90
Parcela T1 (1DAI) ⁷	9/12/2009	91,00	130,33	120,33	10,00	5,82	30,60
Parcela T1 (3DAI)	11/12/2009	110,33	144,33	132,50	11,83	5,61	30,33
Parcela T1 (7DAI)	15/12/2009	198,87	185,00	131,67	53,33	5,81	19,27
Parcela T1 (10DAI)	18/12/2009	149,13	191,00	177,00	14,00	5,43	22,37
Parcela T1 (15DAI)	23/12/2009	121,23	214,00	159,00	55,00	6,07	30,17
Parcela T1 (20DAI)	28/12/2009	128,07	196,33	182,67	13,67	5,22	20,03
Parcela T1 (30DAI)	7/1/2010	138,47	220,33	154,67	65,67	5,46	20,17
Parcela T1 (60DAI)	6/2/2010	31,83	90,00	76,33	13,67	5,79	16,77
Parcela T1 (90DAI)	8/3/2010	34,73	62,67	53,00	9,67	6,07	10,40
Parcela T1 (drenagem - 30 minutos)	7/4/2010	69,17	131,00	63,00	68,00	6,23	19,13
Parcela T1 (drenagem - 60 minutos)	7/4/2010	69,37	127,00	74,50	52,50	5,95	8,95
Parcela T1 (drenagem - 90 minutos)	7/4/2010	68,83	114,33	87,33	27,00	5,89	11,83
Canal de drenagem secundário	7/4/2010	71,77	169,00	118,67	50,33	6,52	62,17
Canal principal de drenagem	7/4/2010	63,57	135,33	107,67	27,67	7,91	34,27

¹Dias após a irrigação

¹Condutividade elétrica ^{3,4,5}Sólidos totais, dissolvidos e suspensos ⁶Turbidez ⁷Coefficiente de Variação < 10 (%)

CONCLUSÃO

O herbicida bispiribaque-sódico persistiu cumulativamente em Planossolo Háplico após o uso sucessivo durante dois anos de cultivo de arroz irrigado. Resíduos foram dissipados na água de irrigação em 99,72% e no sedimento em 97,1% até 90 dias após a aplicação. As águas constituintes de lâminas de irrigação de lavouras de arroz não devem ser lançadas a corpos hídricos por um período mínimo de 30 dias pós-aplicação do herbicida.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta e análise das amostras de solo, água e sedimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Monografias de agrotóxicos. Monografias autorizadas. Bispiribaque. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/345003804675353da24df7cb5bc36d3f/B33++Bispiribaque_novo.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 16 mai. 2011.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 16 mai. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Princípios Ativos. Bispiribaque-sódico. Disponível em: < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 17. mai. 2011.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; LOPES, N.F.; RIEFFEL FILHO, J.A.; SANTOS, M.Q.; GARCIA, C.A.N.; FERREIRA, F.A. Sensibilidade de plantas de arroz ao herbicida bispyribac-sodium em função de doses e locais de aplicação. **Planta daninha**, vol.25, n.3, p. 629-637, 2007.

DIRECTIVE 98/83/CE DU CONSEIL du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. **Journal Officiel des Communautés Européennes**, 330/32 du 05.12.1998.

EPA. Pesticidas. Freedom of Information Act (FOIA). Bispyribac-sodium. Index of Cleared Science Reviews - Bispyribac-sodium (Pc Code 078906). Bispyribac-Sodium in/on rice. Health Effects Division. Disponível em: <http://www.epa.gov/pesticides/chemical/foia/cleared-reviews/reviews/078906/078906-002.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2011.

FABER, M. J.; STEPHENSON, G. R.; THOMPSON, D. Persistence and leachability of glufosinate-ammonium in a Northern Ontario terrestrial environmental. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 45, p. 3672-3676, 1997.

LAVORENTI, A.; Comportamento dos herbicidas no meio ambiente. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO, 1996. Campinas. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1996. p. 81-115.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; MENEZES, V. G.; Jr GENRO, S. A.; JAEGER, R. L.; FONSECA, E. L. Persistência de bispyribac-sodium na água de irrigação da lavoura de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p. 558-559.

MATTOS, M. L. T.; SCIVITTARO, W. B.; PETRINI, J. A.; SANTOS, I. B. Perda de sólidos totais e nutrientes na água de lavoura de arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p. 555-557.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas para o sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.