

AVALIAÇÃO DA MEIA-VIDA DO GLIFOSATO EM DOIS TIPOS DE SOLOS

*A.S.F. Araújo^{*1}; R.T.R. Monteiro¹; R.B. Abarkeli²*

1- Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

2- EMBRAPA-Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, Brasil.

*e-mail: asfaruaj@esalq.usp.br

Suporte financeiro: FAPESP

O uso intensivo de herbicidas tem aumentado a preocupação ambiental, principalmente devido o efeito adverso destes compostos sobre os organismos do solo. O glifosato é um herbicida pós-emergente muito utilizado na agricultura e em áreas não cultivadas visando o controle de ervas daninhas anuais e perenes. A degradação microbiana é considerada o mais importante processo de transformação do glifosato no solo (Souza et al., 1999). A principal via de degradação do glifosato envolve a clivagem da molécula, produzindo o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e em seguida água, dióxido de carbono e fosfato (Forlani et al., 1999). Embora seja degradado pelos microrganismos, o glifosato apresenta persistência variável no ambiente (Newton et al., 1994). Os fatores que influenciam a persistência do glifosato estão relacionados com sua adsorção ao solo e disponibilidade para biodegradação (Souza et al., 1999). A meia-vida da molécula original é de aproximadamente 28 dias (Almeida, 1985). Entretanto, Segundo Eberbach (1998), a meia-vida do glifosato pode variar de 6 a 9 dias, chegando até 835 dias, dependendo da disponibilidade do composto para degradação no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a meia-vida do glifosato em dois tipos de solos com e sem histórico de aplicação do herbicida em campo.

Amostras de Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média, foram coletadas de uma área cultivada com pêssego, na Fazenda Experimental da ESALQ/USP, situada no município de Piracicaba/SP, sendo uma amostra de uma área com histórico de seis anos de aplicações anuais de glifosato (ArV6), e outra sem histórico de aplicação (ArV0). Amostras de Latossolo Vermelho, textura argilosa, de uma área da Fazenda Experimental do IAPAR, foram coletadas no município de Londrina/PR, sendo uma amostra de uma área sem histórico de aplicação (LV0), cultivada com banana, e outra com histórico de 11 anos de aplicações anuais de glifosato (LV11), cultivado com soja no sistema de plantio direto. A composição físico-química das amostras de solos utilizadas no experimento estão mostradas na Tabela 1.

O herbicida glifosato foi aplicado na dosagem de 2,16 mg.kg⁻¹ de solo e distribuído, uniformemente, em sacos plásticos. Foram utilizados 75 g (peso seco) de cada amostra de solo, em três repetições, em frascos Erlenmeyers de 250 mL de capacidade. Os frascos foram incubados a temperatura de 25° C, no escuro em sala climatizada. As amostras foram analisadas aos 0, 8, 16 e 32 dias de incubação. Amostras de solo (10 g), em três repetições, foram colocadas em tubos de centrifuga, adicionados 40 ml de uma solução de NH₄OH 0,25 mol.L⁻¹ + KH₂PO₄ 0,1 mol.L⁻¹ e agitados por 90 min. A mistura foi centrifugada a 3000 rpm, por 20 min e o sobrenadante foi removido. Este procedimento foi repetido, os sobrenadantes foram acidificados para pH 2,0 com HCl e o volume foi reduzido para menos que 5 mL, em um evaporador rotatório a 60°C. A solução concentrada foi ajustada para pH 1,8-2,0 com NH₄OH concentrado, e foi centrifugada novamente a 4000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi transferido para uma coluna de troca catiônica, com taxa de fluxo regulada de 2,5 mL.min⁻¹. O glifosato e AMPA foram eluídos da coluna usando 100 mL de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹. O eluído foi evaporado até a secura em evaporador rotatório e redissolvido em ácido fosfórico 0,08 mol.L⁻¹. Os resíduos de glifosato e AMPA foram analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os tempos de retenção para glifosato e AMPA foram 22 e 44 min, respectivamente.

Tabela 1. Características físicas e químicas das amostras de solos

Solos	Aplicação de glifosato (anos)	Características					
		Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	pH	Matéria Orgânica (g/kg)	CTC (Mmolc/kg)
ArV0	0	41	13	46	5,7	23	88
ArV6	6	49	9	42	5,9	23	92
LV0	0	03	11	86	5,6	26	118
LV11	11	01	08	91	5,2	20	92

Os resultados obtidos nas análises de resíduos de glifosato e AMPA das amostras de solos aos 0, 8, 16 e 32 dias de incubação estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Observa-se uma diminuição gradativa da quantidade de glifosato e o aparecimento do metabólito AMPA, que é o primeiro composto formado na degradação microbiana do glifosato (Rueppel et al., 1977). Estes resultados estão de acordo com Veiga et al. (2001) que avaliaram a dinâmica do glifosato e AMPA em um solo de floresta e observaram que a concentração do herbicida decresceu enquanto a do seu metabólito aumentou nas primeiras semanas de experimento, após esse período inicial a concentração do AMPA decresceu devido a sua degradação.

A partir das curvas de degradação apresentadas nas Figuras 2 e 3, foram obtidas as equações que definiram a meia-vida do glifosato nos solos avaliados. Nas amostras do solo ArV (Figura 1) a meia-vida do glifosato foi de 8 dias para a amostra de solo ArV6 (com histórico de aplicação) e de 9 dias para a amostra de solo ArV0 (sem histórico de aplicação); Já nas amostras do solo LV (Figura 2) a meia-vida do glifosato foi de 12 dias para a amostra de solo LV0 (sem histórico de aplicação) e de 22 dias para a amostra de solo LV11 (com histórico de aplicação). A menor meia-vida encontrada nas amostras do solo ArV (Figura 2) pode ter sido consequência da maior disponibilidade do glifosato para biodegradação, pois nestes solos a quantidade de argila encontrada foi menor (Tabela 1), consequentemente diminuindo a adsorção do herbicida às partículas de argila. Por outro lado, nas amostras do solo LV, que apresentaram maiores quantidades de argila, o glifosato poderia estar mais adsorvido a essas partículas, impossibilitando um maior ataque microbiano e consequentemente aumentando sua meia-vida neste solo. Segundo Carlisle & Trevors (1988), a meia-vida do glifosato no ambiente pode variar de pouco menos que uma semana até anos, dependendo do tipo de solo e sua atividade microbiana.

Observa-se, na Figura 2, que na amostra de solo LV0 (sem histórico de aplicação) o glifosato apresentou uma meia-vida menor, comparado com a amostra de solo LV11 (com histórico de aplicação). Embora, na Figura 1b, a quantidade de CO₂ produzida pela amostra de solo LV11 tenha sido ligeiramente maior. Provavelmente, a quantidade de nutrientes, principalmente o fósforo (Veiga et al., 2001), disponíveis para os microrganismos na amostra de solo LV0 tenha estimulado a degradação mais rápida do glifosato neste solo, que apresentou uma meia-vida menor, em relação ao solo LV11.

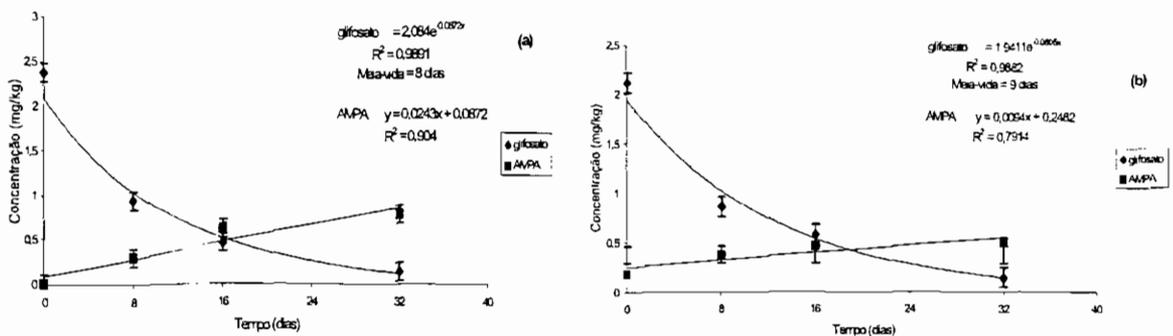


Figura 1. Concentrações de glifosato e AMPA detectadas nos solos ArV6 (a) e ArV0 (b) durante período de incubação de 32 dias (25°C, no escuro). Média de 3 repetições.

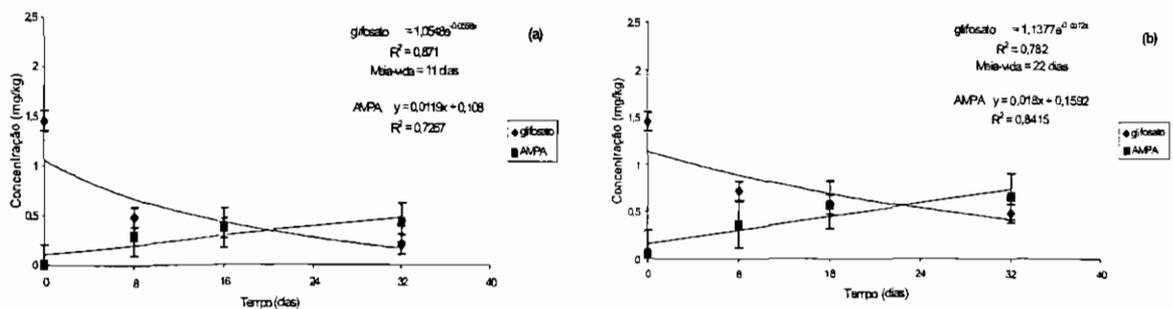


Figura 2. Concentrações de glifosato e AMPA detectadas nos solos LV0 (a) e LV11 (b) durante período de incubação de 32 dias (25°C, no escuro). Média de 3 repetições

A partir dos resultados observados, conclue-se que a dissipação do glifosato foi mais rápida nas amostras de Argissolo, evidenciando que as características do solo responsáveis pela adsorção do glifosato influenciaram na disponibilidade do herbicida para a degradação microbiana.

Referencias Bibliográficas

- ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. 482p.
- CARLISLE, S.M.; TREVORS, J.T. Glyphosate in the environment. **Water, Air, Soil Pollution**, p.39, p.409-420, 1988.
- EBERBACH, P.L. Applying non-steady-state compartmental analysis to investigate the simultaneous degradation of soluble and sorbed glyphosate (N-phosphonomethyl) glycine in four soils. **Pesticide Science**, v.52, p.229-240, 1998.
- FORLANI, G. ; MANGIACALLI, A.; NIELSEN, E.; SUARDI, C.M. Degradation of the phosphonate herbicide glyphosate in soil: evidence for a possible involvement of unculturable microorganism. **Soil Biology & Biochemistry**, v.31, p.991-997, 1999.

- NEWTON, M.; HORNER, L. M.; COWELL, J.E.; WHITE, D.E.; COLE, E.C. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in North American forest. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.42, p.1795-1802, 1994.
- RUEPPEL, M. L.; BRIGHTWELL, B. B.; SCHAEFER, J. Metabolism and degradation of glyphosate in soil and water. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.25, p.517-528, 1977.
- SOUZA, A. P.; FERREIRA, F.A.; SILVA, A. A. Respiração microbiana do solo sob doses de glyphosate e de imazapyr. **Planta Daninha**, v.17, p.387-398, 1999.
- VEIGA, F.; ZAPATA, M. L.; FERNANDEZ, M.; ALVAREZ, E. Dynamics of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in a forest soil in Galicia, north-west Spain. **The Science of the Total Environment**, v.271, p.135-144, 2001.