

COMPORTAMENTO DE METRIBUZIN E TRIFLURALINA NO SOLO E SUA ABSORÇÃO POR SOJA¹

CLAYTON CAMPANHOLA², RICHARD HAMPSON BROMILOW, KENNETH ALAN LORD³
e ELZA FLORES RÜEGG⁴

RESUMO - Estudou-se, em condições de campo, com o emprego de cromatografia gasosa, o movimento e a persistência dos herbicidas Metribuzin e Trifluralina e sua transferência para as plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). O desaparecimento do Metribuzin do solo foi rápido: metade da dose de 210 g/ha persistiu após nove dias, e metade da dose de 630 g/ha, após doze dias. A trifluralina persistiu por mais tempo: metade da dose de 670 g/ha persistiu até 38 dias, e metade da dose de 1.110, até 61 dias. Ambos os compostos ofereceram pouca lixiviação, e a irrigação não influenciou no comportamento dos dois herbicidas. Não foi assinalada presença de Trifluralina nas plantas de soja. Metribuzin foi encontrado em baixas concentrações, causando-lhes efeito tóxico.

Termos para indexação: persistência, lixiviação, absorção por plantas.

BEHAVIOUR OF METRIBUZIN AND TRIFLURALIN IN SOIL AND THEIR UPTAKE BY SOYBEANS

ABSTRACT - The movement and persistence of Metribuzin and Trifluralin pesticides in soil and uptake into soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill), under field conditions was examined using gas chromatography. Metribuzin was quickly lost from soil, half the dose of 210 g/ha remaining after about nine days and half of 630 g/ha after twelve days. Trifluralin persisted longer, half a dose of 670 g/ha remaining after 38 days and half 1,110 after 61 days. Both compounds leached little and irrigation was insufficient to influence their behaviour. Trifluralin was not found in soybean plants but the small amounts of Metribuzin found in plants was sufficient to damage them.

Index terms: persistence, leaching, uptake by plants.

INTRODUÇÃO

A cultura de soja apresentou grande aumento em área cultivada nos últimos anos. Tal fato deve-se a uma maior demanda mundial, pois na soja encontram-se proteínas com aminoácidos semelhantes aos de origem animal (Amado & Oliveira 1972), de muito interesse para a alimentação humana e arraçãoamento de animais.

A exploração tradicional desse cultivo no Brasil situa-se nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. A região de expansão envolve os Estados do Espírito Santo,

Rio de Janeiro e parte de Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás (Pinto 1978).

A cultura de soja encontra-se entre as que mais utilizam insumos modernos; por isso, torna-se evidente a importância do estudo dos herbicidas envolvidos no seu cultivo.

O Metribuzin (4-amino-6-terc-butil-3-(tiometil)-as-triazina-5(4H) ona) é um herbicida eficiente no controle de muitas plantas daninhas de folhas largas e estreitas em culturas de soja e batata (Lay & Ilnick 1974) e a Trifluralina (α, α, α -trifluoro-2,6 dinitro-N,N - dipropil-p-toluidina) é aplicada em pré-emergência e incorporada ao solo. É utilizada no controle de uma série de plantas daninhas, mono e dicotiledôneas, em soja e outras culturas (Lange & Fischer 1971, Kleifeld 1972).

O presente estudo visa obter informações acerca do movimento e persistência de Metribuzin e Trifluralina no solo e absorção pela cultura de soja, sob condições de campo, pois são escassas as informações do comportamento destes compostos em solos e plantas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no campo experimental

¹ Aceito para publicação em 28 de novembro de 1981.

Trabalho parcialmente financiado pela Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional, da Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SUBIN/SEPLAN), Brasília, e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Centro de Radioisótopos do Instituto Biológico. Caixa Postal 7119, CEP 04014, São Paulo, SP.

³ Químico, Pesquisador, Estação Experimental de Rothamsted, Harpenden, Inglaterra.

⁴ Biologista, Pesquisador, responsável pelo Centro de Radioisótopos do Instituto Biológico. Caixa Postal 7119, CEP 04014, São Paulo, SP.

do Instituto Biológico de São Paulo, em solo cujas características constam na Tabela 1. Os produtos comerciais Lexone P.M. (70% Metribuzin) e Treflan C.E. (44,5% de Trifluralina) foram fornecidos, respectivamente, pela Du Pont do Brasil S.A. e Elanco Química Ltda. Utilizaram-se 25 sementes de soja da variedade Santa Rosa, por metro linear, a 5 cm de profundidade, provenientes da Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas e com 90% de poder germinativo. O solo foi preparado manualmente e a adubação nos sulcos correspondeu a 250 kg/ha de superfosfato simples e 50 kg/ha de cloreto de potássio. Foi feita uma inoculação prévia das sementes com bactérias da espécie *Rhizobium japonicum*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com duas repetições por tratamento. Cada repetição constou de uma parcela com 12 m² e os tratamentos foram: sem herbicida (lote testemunha), 670 g de Trifluralina/ha, 1.110 g de Trifluralina/ha, 210 g de Metribuzin e 630 g de Metribuzin/ha, todos na ausência e presença de irrigação. Ambos os compostos foram aplicados em pré-semeadura e incorporados a 5-7 cm de profundidade com auxílio de rastelo. A aplicação foi feita em água a 500 l/ha com pulverizador manual. O experimento foi instalado no dia 17 de outubro de 1979.

A irrigação diária, em dias não chuvosos, foi feita na base de 50 litros por parcela irrigada. O regime pluviométrico e de irrigação bem como a variação da temperatura no período experimental constam na Tabela 2.

Amostragens de solo e plantas. As amostragens de solo foram efetuadas nos tempos 0, 2, 4, 6 e 12 semanas após aplicação. As parcelas tratadas com Trifluralina foram também amostradas a 20 semanas. Nos intervalos foram tomadas dez amostras por parcela, com auxílio de um tubo amostrador, de 50 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, que as dividia pela profundidade: 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10 e 10-14 cm, e as combinava posteriormente.

De cada parcela foram amostradas folhas e caules de dez plantas, nos tempos 4, 6 e 12 semanas após a aplicação dos herbicidas.

Amostras de solo e plantas que aguardavam análise foram acondicionadas em sacos de plástico e armazenadas em congelador, a -5°C.

Análises de solo. Das amostras de solo tratado com Metribuzin, foram tomados 10 g aos quais adicionaram-se 10 g de sulfato de sódio anidro e 40 ml de acetato de etila, agitando-se a mistura por quatro horas, em frascos de vidro de 250 ml. A concentração do Metribuzin foi determinada por cromatografia gasosa injetando-se uma alíquota de 5 µl do extrato, previamente diluído ou não, em cromatógrafo a gás da CG modelo 370, equipado com detector de captura eletrônica e fonte de trício, mantido a 210°C e utilizando nitrogênio como gás de arraste. A coluna de vidro de 2 mm x 1,20 m de comprimento, preenchida com Cromosorb W+ QF 1 a 2% + OV-17 a 2%, foi mantida a 196°C. A temperatura do vaporizador era de 200°C. Nas concentrações no solo de 0,1, 0,5 e 1,0 ppm,

TABELA 1. Propriedades do solo na profundidade de 0 a 15 cm.

	Características	Quantidade	
		%	mEq/100 ml solo
Físicas*	argila	38,50	
	limo	41,70	
	areia fina	5,10	
	areia grossa	14,70	
Químicas	carbono orgânico	2,31	
	matéria orgânica (estimada)	3,98	
	PO ₄ ³⁻		1,41
	K ⁺		0,72
	Ca ²⁺		5,76
	Mg ²⁺		1,44
	Al ³⁺		0,24
	H ⁺		6,56
	pH (em água)		
Classe textural	Franco síltico argiloso		

* Determinadas pelo Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

TABELA 2. Pluviosidade, irrigação e temperatura do ar durante o experimento.

Tempo (semanas)	Quantidade de água (mm) *		Temperatura média (°C)**
	chuvas	chuvas + irrigação	
0 - 2	29,9	71,6	20,2
2 - 4	73,6	90,3	19,1
4 - 6	116,3	137,1	19,4
6 - 12	143,2	205,8	20,6
12 - 20	573,2	639,9	21,6
Total	936,2	1.144,7	

* Dados obtidos no campo experimental do Instituto Biológico de São Paulo.

** Dados fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico - USP, São Paulo.

em três repetições, as médias de recuperação após extração foram, respectivamente, 80% \pm 0%, 90,7% \pm 4,6% e 100% \pm 4,6%.

De solos tratados com Trifluralina, tomaram-se 10 g que foram agitados por quatro horas juntamente com 10 g de sulfato de sódio anidro, 20 ml de n-hexano e 20 ml de acetona, em frascos de vidro de 250 ml. Uma alíquota de 20 ml desse extrato foi transferida para um funil de separação de 250 ml e a ela foram adicionados 40 ml de solução aquosa a 2% de Na₂SO₄. Após agitação por alguns segundos, descartou-se a fase aquosa e reteve-se a orgânica. Depois da secagem com Na₂SO₄ anidro, foi injetada uma alíquota de 5 μ l, previamente diluída ou não, em cromatógrafo a gás para obtenção da concentração de Trifluralina. Neste caso, utilizou-se uma coluna de vidro, de 2 mm x 1,20 m de comprimento com Cromosorb W + QF 1 a 2%, mantida a 156°C. A temperatura do detector foi de 210°C e a do vaporizador, 200°C. Em testes de extração com três repetições, obtiveram-se para as concentrações no solo de 0,1, 0,5 e 1,0 ppm, as médias de recuperação de, respectivamente, 96% \pm 2%, 97,2% \pm 1,7% e 100% \pm 4%.

Análises das plantas de soja. Os herbicidas foram extraídos tomando-se 10 g de plantas de soja aos quais se adicionaram 10 g de Na₂SO₄ anidro e 75 ml de acetato de etila. Esta mistura foi agitada em homogeneizador por cinco minutos e depois filtrada em funil com algodão. Uma alíquota do filtrado, 5 ml no caso do Metribuzin e 10 ml para a Trifluralina, foi levada um rotoevaporador a vácuo com evaporação quase total do solvente, em banho de água a 40°C. Este material foi retomado em duas frações de 5 ml de n-hexano.

Na limpeza do extrato, para o Metribuzin, usou-se uma coluna de vidro com 10 mm de diâmetro e 500 mm de

comprimento, com algodão na base. Sobre o algodão colocaram-se 10 g de sílica gel 60 (35 - 70 "mesh") e, após adição de 25 ml da solução n-hexano (3):acetato de etila (1), agitou-se a coluna, previamente tapada com rolha, para eliminar bolhas de ar. Sobre a sílica, adicionaram-se 3 g de Na₂SO₄ drenando-se posteriormente o solvente. Então foram transferidas separadamente para a coluna as duas frações de n-hexano contendo o extrato de plantas. Eluiu-se a coluna com 80 ml da mistura n-hexano (3):acetato de etila (1) a uma vazão de 2 gotas/segundo. Os primeiros 35 ml foram descartados, coletando-se a fração de 35 a 80 ml que, após concentração ou não, foi analisada por cromatografia gasosa, utilizando-se os mesmos parâmetros considerados para os extratos de solo. Em testes de extração, obtiveram-se com as concentrações de 0,1, 1,0 e 10,0 ppm nas plantas, em duas repetições, médias de recuperação de, respectivamente, 76,5; 72,0 e 87,9%. No caso da Trifluralina, o preparo da coluna foi semelhante ao do Metribuzin, mas utilizaram-se 25 ml de n-hexano para estabilização da sílica, ao invés de um sistema de solventes. Nesta fase, foram transferidas para a coluna as duas frações de n-hexano que continham o extrato de plantas. Procedeu-se à eluição com 50 ml de n-hexano e 40 ml do sistema n-hexano (9):acetato de etila (1), a 2 gotas por segundo. Descartaram-se os primeiros 70 ml; e a fração de 70 a 90 ml foi coletada, concentrada ou não, e analisada por cromatografia gasosa, da mesma forma que os extratos de solo. Para as concentrações nas plantas de 0,05, 0,1 e 1,0 ppm, em duas repetições, as médias de recuperação após extração foram de, respectivamente, 86,6, 100 e 100%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levando-se em conta as médias das parcelas tratadas, tanto para as doses mais altas como para as mais baixas, constatou-se que sempre mais de 95% da quantidade aplicada dos herbicidas permaneceu na camada de 0 a 6 cm (Fig. 1 e 3). Saliente-se que isto ocorreu também em cada uma das parcelas tratadas, evidenciando que o método de incorporação no solo com rastelo foi apropriado para a mistura dos produtos na superfície. Entretanto, a distribuição não foi homogênea. No caso do Metribuzin verificou-se que a média da quantidade aplicada nas parcelas igualmente tratadas apresentou um coeficiente de variação de 14 e 28,5% com doses de 210 e 630 g/ha, respectivamente. Para a Trifluralina, esta média mostrou um coeficiente de variação de 26,5 e 40,8% com a aplicação de, respectivamente, 670 e 1.110 g/ha.

A irrigação de 208,5 mm em 936,2 mm de chuva, não promoveu qualquer efeito adicional no comportamento edáfico dos compostos estudados.

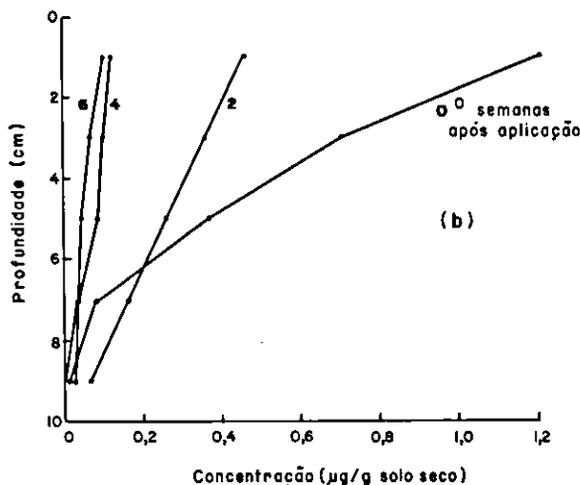
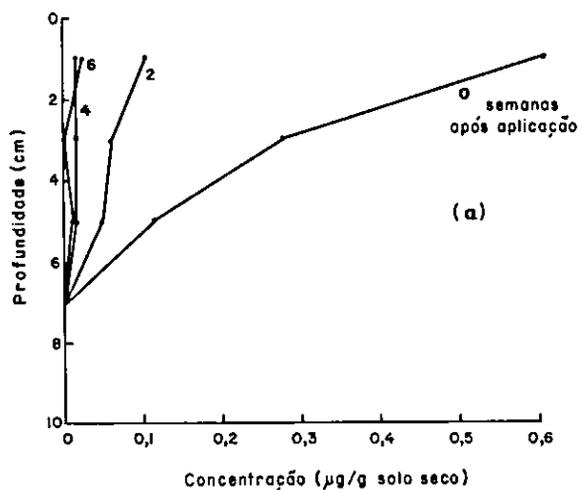


FIG. 1. Distribuição e persistência de Metribuzin em camadas de solo tratado com 210 g/ha (a) e 630 g/ha (b).

Por isso, os cálculos da concentração foram baseados na média das parcelas irrigadas e não irrigadas, Fig. 1 a 4.

Nas parcelas não irrigadas, devido à escassez de chuvas no início dos tratamentos (Tabela 2), a germinação das sementes foi praticamente nula, o que impossibilitou a análise dos herbicidas nas plantas.

Metribuzin. As médias das análises de Metribuzin no solo estão sumarizadas graficamente na Fig. 1 que mostra as concentrações nas camadas de solo a vários tempos após aplicação do herbicida. O Metribuzin foi desaparecendo gradativamente

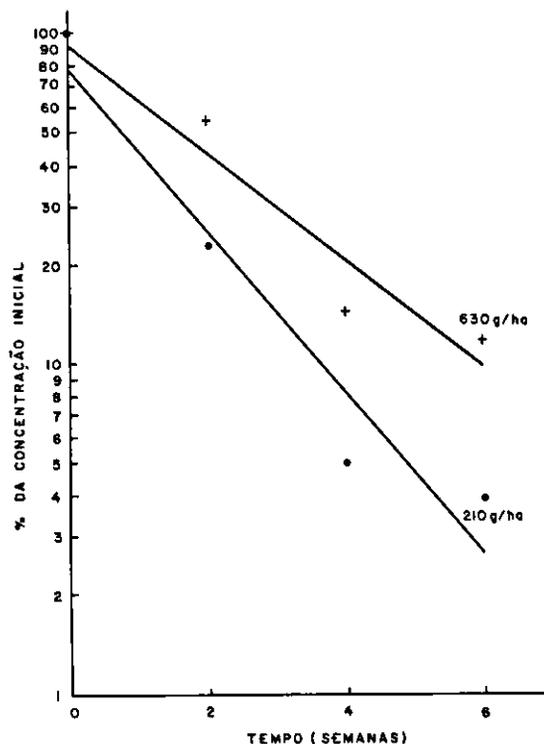


FIG. 2. Persistência de Metribuzin em solo tratado com 210 g/ha (•) e 630 g/ha (+).

dos primeiros 6 cm de solo e não foi translocado para camadas mais profundas, pode-se concluir que provavelmente ele foi degradado. Houve também alguma lixiviação evidenciada por um aumento aparente na concentração deste composto no estrato de 6 a 10 cm, após duas semanas da aplicação de 630 g/ha. Entretanto, a concentração nesta camada decresceu com o transcorrer do tempo, pois foram encontrados somente traços do produto a quatro semanas e constatada sua ausência na profundidade de 10 a 14 cm. Portanto, parece provável que a decomposição de Metribuzin neste solo é suficientemente rápida para impedir poluição por lixiviação.

Se a degradação no solo seguir uma cinética de primeira ordem, como sugerido por Hyzack & Zimdahl (1974) e Savage (1977), então o gráfico do logaritmo da quantidade remanescente versus tempo deve ser linear. Pela Fig. 2, observa-se que os dados ajustam-se a uma reta com um coeficiente

de correlação de -0,96 para ambas as doses utilizadas; porém, as meias-vidas calculadas diferem ligeiramente, sendo de 8,8 dias para a dose de 210 g/ha e de 12,5 dias para a de 630 g/ha, sugerindo que a degradação pode não ser exatamente de primeira ordem, como observaram Hamaker (1972) e Webster et al. (1978). Estas meias-vidas, embora curtas, são compatíveis com a série de valores encontrados em estudos de laboratório conduzidos por Hyzack & Zimdahl (1974) que encontraram uma meia-vida para o Metribuzin de 46 dias a 20°C e de 16 dias a 35°C. Savage (1977) constatou uma variação na meia-vida de 17 a 28 dias em seis solos, estando as flutuações relacionadas com temperatura do solo, umidade e teor de matéria orgânica. Estes fatores podem afetar a persistência paralelamente a outros fatores de perda, como volatilização, fotodecomposição, degradação biológica e absorção pelas plantas (Sharom & Stephenson 1976, Savage 1977).

Os resultados aqui encontrados (Fig. 1 e 2) mostram que o movimento aparente do Metribuzin é pequeno e que o desaparecimento é relativamente rápido.

Embora a irrigação tenha aumentado a germinação da soja, ela não teve efeitos no comportamento do Metribuzin no solo e a razão disto é provavelmente a pequena quantidade de água de irrigação aplicada, equivalente a cerca de um quinto da água das chuvas. Além disso, as plantas de soja contribuíram com sua cobertura para a diminuição do teor de umidade do solo por absorção de água e posterior perda por transpiração.

As plantas de soja desenvolveram-se normalmente com a aplicação de 210 g/ha de Metribuzin no solo, mas com a dose de 630 g/ha observou-se variação na altura das plantas e, inclusive, falhas de germinação. Após quatro semanas da aplicação da dose maior no solo, a concentração do Metribuzin nas plantas menores era mais alta quando comparada com a das plantas normais (Tabela 3). Tal fato vem comprovar a possibilidade de um efeito adverso desse composto sobre a cultura de soja da variedade Santa Rosa, quando a quantidade no solo é elevada, pois muitos autores, dentre eles Jeffery et al. (1976) e Burnside & Schultz (1978) constataram toxicidade do Metribuzin à cultura de soja. Acredita-se que esta variação de concentração

TABELA 3. Recuperação de Metribuzin em plantas de soja cultivadas em solo irrigado e tratado com 210 e 630 g/ha.

Tempo (semanas)	210 g/ha		630 g/ha	
	Repetição		Repetição	
	1	2	1	2
4	0,00	0,00	0,05 (0,07*)	0,07 (0,19*)
6	0,00	0,00	0,00	0,00

* Plantas com clorose e pouco crescimento.

nas plantas esteja relacionada, numa primeira fase, com a localização e disponibilidade do Metribuzin no solo e, posteriormente, segundo Silva (1975), com a variação na fisiologia das plantas, ou seja, na sua capacidade de inativar o composto.

Após seis semanas, não foi detectada a presença de Metribuzin nas plantas de soja sobreviventes, provavelmente como resultado não só da decomposição pela própria planta e diluição causada pelo crescimento, como também da pouca absorção pelas raízes, pois o solo já apresentava níveis baixos do produto. Portanto, nas condições estudadas, conclui-se que este composto não acarreta problemas residuais em grãos de soja.

Trifluralina. Na Fig. 3 são apresentadas graficamente as médias de solo e tempos de amostragem. Nota-se que o desaparecimento deste produto no solo estudado é mais lento que aquele apresentado pelo Metribuzin, pois, em ambas as doses, constatou-se Trifluralina a 20 semanas da aplicação, nas camadas superficiais, porém em concentrações bem mais baixas que no início. A lixiviação foi desprezível com a aplicação de 670 g/ha, mas, utilizando-se 1.110 g/ha, ela pode ser observada pelo aumento do herbicida nas camadas subjacentes, no intervalo de duas a doze semanas. Estes resultados concordam com Anderson et al. (1968) e Gibson & Hamilton (1977), que observaram lixiviação, mas contradizem Smith (1972) que não a constatou com a dose de 1.400 g/ha em solo orgânico. Conclui-se que a lixiviação deste composto depende principalmente da dose aplicada do produto, natureza do solo e regime de água.

O gráfico do logaritmo da quantidade recuperada do solo *versus* tempo (Fig. 4) mostra que, em

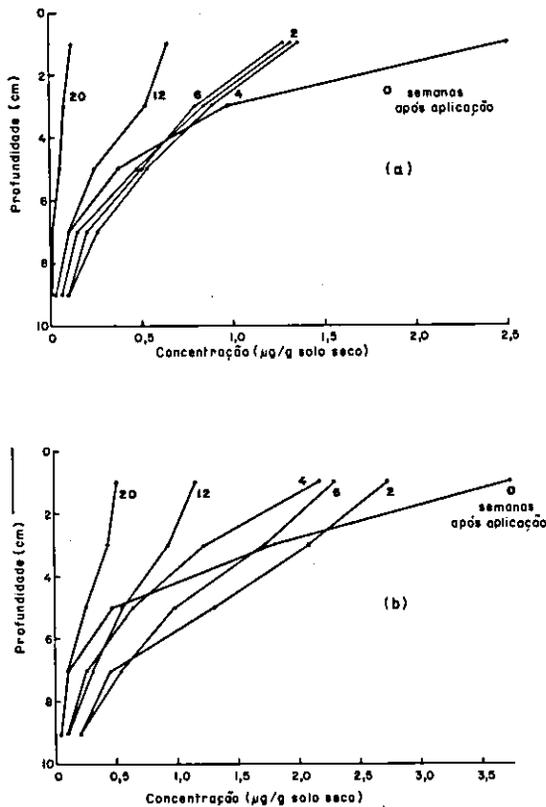


FIG. 3. Distribuição e persistência de Trifluralina em camadas de solo tratado com 670 g/ha (a) e 1.110 g/ha (b).

ambas as doses, a degradação do produto pode ser representada por uma reta, tendo-se para 670 g/ha um coeficiente de correlação (r) de -0,95 e uma meia-vida de 37,9 dias e para 1.110 g/ha, um r de -0,96 e meia-vida igual a 61,4 dias. Como as meias-vidas são diferentes, o fenômeno não pode ser representado por uma cinética de primeira ordem, o que concorda, em parte, com Zimdahl & Gwynn (1977) que, a 30°C, observaram duas fases na perda da Trifluralina no solo, uma inicial de primeira ordem e outra subsequente de ordem menor que a primeira. Zimdahl & Gwynn (1977) e Walker (1978) atribuíram a grande variação na meia-vida deste herbicida às diferentes condições de temperatura e umidade do solo e ao tipo de cinética considerada na perda do composto. Uma vez que análises de solo de 10 a 14 cm não revelaram o compos-

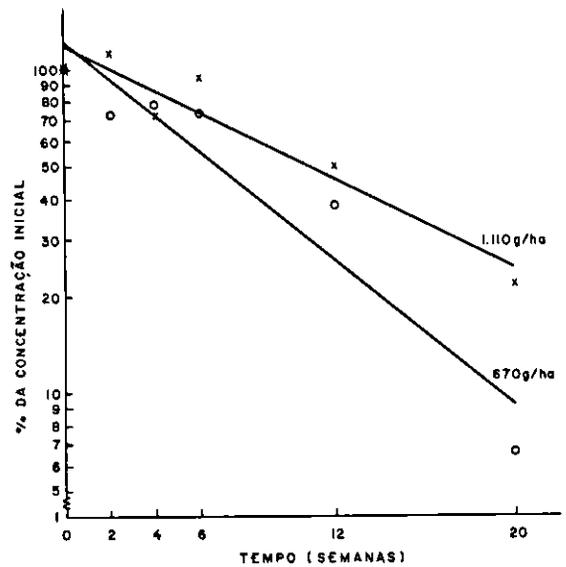


FIG. 4. Persistência de Trifluralina em solo tratado com 670 g/ha (o) e 1.110 g/ha (x).

to e como houve decréscimo da concentração em função do tempo (Fig. 4), atribuíram-se as perdas à fotodecomposição, volatilização, degradação química não biológica e, em menor escala, à degradação microbiológica, conforme demonstraram Probst et al. (1967), Bardsley et al. (1968), Ketchersid et al. (1969), Probst & Tepe (1969) e Messersmith et al. (1971). O comportamento de Trifluralina no solo também não sofreu interferência de irrigação, provavelmente porque ela representou apenas cerca de um quinto de água das chuvas. As discrepâncias observadas em alguns dados das Fig. 3 e 4 são atribuídas a problemas de amostragem no campo.

Portanto, pelos resultados encontrados verifica-se que a Trifluralina se movimenta pouco no solo e sua persistência é tal que não promove acúmulo após repetidos tratamentos anuais, como comentaram Parka & Tepe (1969).

As plantas de soja apresentaram crescimento normal e após quatro semanas não se constatou a presença de Trifluralina nelas, o que, segundo Probst et al. (1967), se deve ou à não-absorção pelas raízes ou à alta metabolização do herbicida pelas plantas. A não-absorção pelas raízes parece ser o fator mais importante no presente caso, pois

ela está relacionada com a retenção deste composto pela fração argila e material orgânico do solo (Bardsley et al. 1967; Horowitz et al. 1974, Talbert et al. 1974; Rahman 1977). Conclui-se que, nas condições do experimento, a Trifluralina estará ausente em grãos de soja.

AGRADECIMENTOS

À Técnica de Laboratório Vera Cristina Bugelli Cainelli, pelo auxílio nas análises.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. & OLIVEIRA, M. Soja. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1972. 12p. Mimeografado.
- ANDERSON, W.P.; RICHARDS, A.B. & WHITWORTH, J.W. Leaching of trifluralin, benfenin and nitrilin in soil columns. *Weed Sci.*, 16:165-9, 1968.
- BARDSLEY, C.E.; SAVAGE, K.E. & CHILDERS, V.O. Trifluralin behaviour in soil. I. Toxicity and persistence as related to organic matter. *Agron. J.*, Madison, 59:159-60, 1967.
- BARDSLEY, C.E.; SAVAGE, K.E. & WALKER, J.C. Trifluralin behaviour in soil. II. Volatilization as influenced by concentration, time, soil moisture content and placement. *Agron. J.*, Madison, 60: 89-92, 1968.
- BURNSIDE, O.C. & SCHULTZ, M.E. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum, and soybeans during the year of application. *Weed Sci.*, 26(2):108-15, 1978.
- GIBSON, R.D. & HAMILTON, K.C. Dinitroaniline herbicide persistence under fallow and irrigated conditions. *Weed Abst.*, Yarrnton, 27(9):339, 1977.
- HAMAKER, J.W. Decomposition: quantitative aspects. In: GORING, C.A.I. & HAMAKER, J.W., ed. *Organic chemicals in the soil environment*. New York, Marcel Dekker, Inc., 1972. p.253-340.
- HOROWITZ, M.; HULIN, N. & BLEMENFELD, T. Behaviour and persistence of trifluralin in soil. *Weed Res.*, 14:213-20, 1974.
- HYZAK, D.L. & ZIMDAHL, R.L. Rate of degradation of metribuzin and two analogs in soil. *Weed Sci.*, 22(1):75-9, 1974.
- JEFFERY, L.S.; CONNELL, J.; MCCUTCHEN, T. & OVERTON, J.R. Response of prickly sida and soybeans to various herbicides. *Weed Sci.*, 24(2): 202-4, 1976.
- KETCHERSID, M.L.; BOVEY, R.W. & MERKLE, M.G. The detection of trifluralin vapors in air. *Weed Sci.*, 17:484-5, 1969.
- KLEIFELD, Y. Control of annual weeds and *Convolvulus arvensis* L. in tomatoes by trifluralin. *Weed Res.*, 12:384-8, 1972.
- LANGE, A.G. & FISCHER, B.B. Studies of herbicide residues and various cultural practices. *Agr. Extension U. Calif.*, MA - N° 35, 1971. 16p.
- LAY, M.M. & ILNICK, R.D. The residual activity of metribuzin in soil. *Weed Res.*, 14:289-91, 1974.
- MESSERSMITH, C.G.; BURNSIDE, O.C. & LAVY, T.L. Biological and non-biological dissipation of trifluralin from soil. *Weed Sci.*, 19:285-90, 1971.
- PARKA, S.J. & TEPE, J.B. The disappearance of trifluralin from field soils. *Weed Sci.*, 17(1):119-22, 1969.
- PINTO, A. de A., coorden. Soja: resumos informativos. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1978. v.2, p.254.
- PROBST, G.W.; GOLAB, T.; HERBERG, R.J.; HOLZNER, F.J.; PARKA, S.J.; SCHAUS, C. van der & TEPE, J.B. Fate of trifluralin in soils and plants. *J. Agric. Fd. Chem.*, 15:592-9, 1967.
- PROBST, G.W. & TEPE, J.B. Trifluralin and related compounds. In: KEARNEY, P.C. & KAUFMAN, D.D., ed. *Degradation of herbicides*. New York, Marcel Dekker Inc., 1969. p.255-82.
- RAHMAN, A. Persistence of terbacil and trifluralin under different soil and climatic conditions. *Weed Res.*, 17:145-52, 1977.
- SAVAGE, K.E. Metribuzin persistence in soil. *Weed Sci.*, 25(1):55-9, 1977.
- SHAROM, M.S. & STEPHENSON, G.R. Behaviour and fate of metribuzin in eight Ontario soils. *Weed Sci.*, 24(2):153-60, 1976.
- SILVA, J.F. da. *Herbicidal activity and selectivity of metribuzin*. Lafayette, Purdue University, 1975. 58p. Tese.
- SMITH, A.E. Persistence of trifluralin in small field plots as analyzed by a rapid gas chromatographic method. *J. Agr. Fd. Chem.*, 20(4):829-31, 1972.
- TALBERT, R.E.; SEGRAVES, D.J. & RUTLEDGE, E.M. Influence to soil properties on the activity of trifluralin and profluralin. *Weed Abstr. Yarrnton*, 26(1):34, 1974.
- WALKER, A. Simulation of the persistence of eight soil-applied herbicides. *Weed Res.*, 18:305-13, 1978.
- WEBSTER, G.R.B.; SARNA, L.P. & MACDONALD, S.R. Nonbiological degradation of the herbicide metribuzin in Manitoba soils. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 20:401-8, 1978.
- ZIMDAHL, R.L. & GWYNN, S.M. Soil degradation of three dinitroanilines. *Weed Sci.*, 25(3):247-51, 1977.