

**Dissipação dos Inseticidas Bifentrina,  
Permetrina e Metamidofós em Folhas  
de Soja (*Glycine max* L.) em Ambiente  
Controlado**



ISSN 1679-0456

Setembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agropecuária Oeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 42***

## **Dissipação dos Inseticidas Bifentrina, Permetrina e Metamidofós em Folhas de Soja (*Glycine max* L.) em Ambiente Controlado**

Rômulo Penna Scorza Júnior  
Renê Luís de Oliveira Rigitano

Dourados, MS  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agropecuária Oeste**

BR 163, km 253,6 -  
Trecho Dourados-Caarapó  
Caixa Postal 661  
79804-970 Dourados, MS  
Fone: (67) 3425-5122  
Fax: (67) 3425-0811  
www.cpao.embrapa.br  
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Carlos Hissao Kurihara*  
Secretário-Executivo: *Claudio Lazzarotto*  
Membros: *Augusto César Pereira Goulart, Carlos Lásaro Pereira de Melo, Euclides Maranhão, Fábio Martins Mercante, Guilherme Lafourcade Asmus, Hamilton Hisano, Júlio Cesar Salton e Sílvia Mara Belloni.*

Supervisão editorial, Revisão de texto e Editoração eletrônica:

*Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Foto da capa: *Nilton Pires de Araújo*

**1ª edição**

(2007): online

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

CIP-Catálogo-na-Publicação.  
*Embrapa Agropecuária Oeste.*

---

Scorza Júnior, Rômulo Penna

Dissipação dos inseticidas bifentrina, permetrina e metamidofós em folhas de soja (*Glycine max* L.) em ambiente controlado / Rômulo Penna Scorza Júnior, Renê Luís de Oliveira Rigitano. — Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

22 p. ; 21 cm. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 42).

1. Inseticida piretróide - Soja - Folha - Persistência. 2. Inseticida organo-fosforado - Soja - Folha - Persistência. 3. Soja - Folha - Inseticida - Persistência. I. Rigitano, Renê Luís de Oliviera. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

CDD (21.ed.) 632.9517

© Embrapa 2007

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	8
<b>Material e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	14
<b>Conclusões</b> .....	19
<b>Agradecimentos</b> .....	19
<b>Referências</b> .....	21



# Dissipação dos Inseticidas Bifentrina, Permetrina e Metamidofós em Folhas de Soja (*Glycine max* L.) em Ambiente Controlado

---

Rômulo Penna Scorza Júnior<sup>1</sup>  
Renê Luís de Oliveira Rigitano<sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar a dissipação dos inseticidas bifentrina, permetrina e metamidofós em folhas de soja cultivadas em casa de vegetação. O experimento foi conduzido na *Embrapa Agropecuária Oeste*, em Dourados, MS, durante os meses de maio a julho de 2006. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a uma aplicação dos inseticidas bifentrina, permetrina e metamidofós nas doses 150, 130 e 500 mL ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Aos 0, 2, 5, 10 e 17 dias da aplicação dos inseticidas, oito folhas de cada repetição foram coletadas e armazenadas a -15°C. Resíduos dos inseticidas nas folhas foram submetidos à extração em acetona, purificados em cromatoplasmas de sílica gel e quantificados em sistema de cromatografia gás-líquido, no caso do metamidofós, e em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência para a permetrina e bifentrina. Para todos os inseticidas estudados, o decréscimo da concentração em função do tempo seguiu uma cinética de primeira ordem, resultando em valores de coeficientes de dissipação com os respectivos erros-padrão iguais a

---

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Ph.D., *Embrapa Agropecuária Oeste*, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: romulo@cpao.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Lavras, Depto. de Entomologia, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras, MG. E-mail: rigitano@ufla.br

0,085±0,007 dia<sup>-1</sup> para o metamidofós, 0,015±0,004 dia<sup>-1</sup> para a permetrina e 0,045±0,004 dia<sup>-1</sup> para a bifentrina. Os valores de meia-vida foram de 8,1 dias para o metamidofós, 15,4 dias para a bifentrina e 45,5 dias para a permetrina, indicando que a permetrina foi o inseticida mais persistente nas condições estudadas.

Termos para indexação: piretróides, organofosforados, persistência em folhas, meia-vida.

## **Dissipation of the Insecticides Bifenthrin, Permethrin, and Methamidophos on Soybean Leaves (*Glycine max* L.) Under Controlled Environment**

---

### **Abstract**

This work had the aim to study dissipation of the insecticides bifenthrin, permethrin, and, methamidophos on soybean leaves under greenhouse conditions. The experiment was carried out at *Embrapa Agropecuária Oeste* in Dourados, Mato Grosso do Sul State, between May and July 2006. The experimental design was a completely randomized with split-plot in time and four replications. Treatments were one application of the insecticides bifenthrin, permethrin, and methamidophos at rates of 150, 130, and 500 mL ha<sup>-1</sup>. At 0, 2, 5, 10, and 17 days after insecticide application, eight leaves were collected from each replication and stored at -15°C. Insecticide residues on leaves were extracted in acetone, purified on silica gel T.L.C. plates and determined by gas-liquid chromatography for methamidophos and by high-performance liquid chromatography for permethrin and bifenthrin. For all insecticides, the decline of concentration as a function of time did fit first-order kinetics and resulted on dissipation coefficient values and their standard errors of 0.085±0.007 day<sup>-1</sup> for methamidophos, 0.015±0.004 day<sup>-1</sup> for permethrin, and 0.045±0.004 day<sup>-1</sup> for bifenthrin. Half-life values were 8.1 days for methamidophos, 15.4 days for bifenthrin, and 45.4 days for permethrin, which shows that permethrin was the most persistent insecticide under the considered conditions.

Index Terms: pyrethroids, organophosphorous, foliage persistence, half-life.



## Introdução

A persistência de inseticidas nas folhas de plantas cultivadas tem efeito direto na eficiência do controle de pragas, no potencial de contaminação dos recursos naturais e também na determinação do intervalo de tempo requerido entre a aplicação do inseticida em uma lavoura e a liberação para entrada de pessoas. De uma maneira geral, a persistência de um inseticida é definida como o tempo de sua permanência ativa em um determinado substrato, sendo expressa em unidade de tempo (Himel et al., 1990). Diversos processos afetam a persistência dos inseticidas após sua aplicação nas plantas como, por exemplo, fotodecomposição, degradação química e biológica, volatilização, absorção pela cutícula da folha e lavagem pela água da chuva. Diferenças na forma e permeabilidade da cutícula das folhas influenciam a quantidade do inseticida absorvido. Outro fator importante é a polaridade da molécula (Linders et al., 2000). Moléculas lipofílicas (apolares) podem penetrar mais facilmente na cutícula das folhas e, assim, se tornarem mais persistentes por estarem mais protegidas dos processos de dissipação (Willis & McDowell, 1987).

Vários estudos mostram que o declínio da concentração dos inseticidas nas folhas das plantas, após sua aplicação, segue uma cinética de primeira ordem (Willis & McDowell, 1987). Com isso, tem-se utilizado o cálculo dos valores de meia-vida de dissipação para comparar a persistência de diferentes inseticidas. Franco et al. (2001) observaram valores de meia-vida entre 3,8 e 4,8 dias para o metamidofós após a sua aplicação em plantas de alface cultivadas em casa de vegetação (temperatura em torno de 25°C), em Lavras, MG. Papadopoulou-Mourkidou et al. (1989) estudaram a persistência de bifentrina em folhas de pessegueiro após aplicação em condições de campo na Grécia e observaram valores de meia-vida entre 9 e 23 dias, com temperatura média diária durante o período experimental de 23,4°C e precipitação acumulada de 92 mm.

Os inseticidas piretróides constituem-se importantes alternativas de controle químico das pragas da soja, quando comparados aos inseticidas fosforados e carbamatos, que geralmente possuem uma alta toxicidade aos seres humanos. A maioria dos inseticidas piretróides atualmente em uso tem se mostrado persistente no campo devido, principalmente, à boa estabilidade

das moléculas e ao tipo de formulação utilizada (Elliot, 1980). Estudos mostrando a persistência dos inseticidas piretróides nas condições tropicais brasileiras são escassos.

O presente trabalho teve como objetivo geral estudar a persistência de dois inseticidas piretróides (bifentrina e permetrina) e um fosforado (metamidofós) em folhas de soja sob condições controladas de temperatura e umidade. Os objetivos específicos foram: (i) determinar quais dos três inseticidas é o mais persistente em folhas de soja; (ii) determinar os valores de meia-vida de dissipação dos três inseticidas em folhas de soja e (iii) quantificar o declínio da concentração dos três inseticidas ao longo do tempo nas folhas de soja.

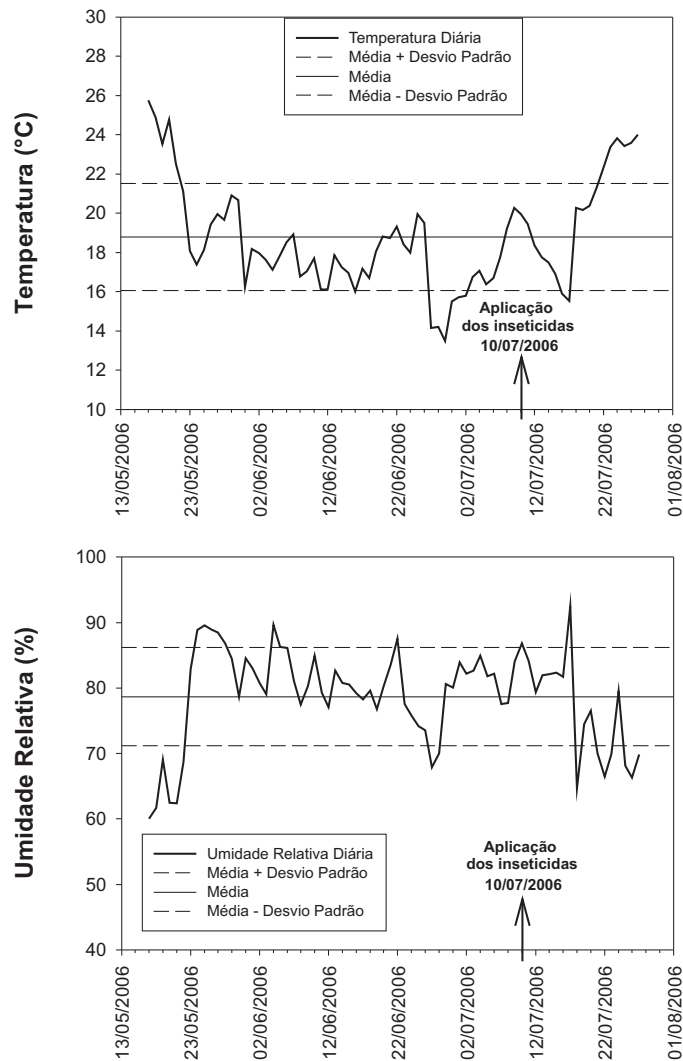
## Material e Métodos

### Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da *Embrapa Agropecuária Oeste*, em Dourados, MS. Foi utilizada a cultivar de soja BRS 239, numa densidade de semeadura de 10 sementes/vaso. O experimento foi instalado no dia 15/5/2006. Em cada vaso foram colocados dois quilos de substrato (solo da camada de 0-30 cm proveniente de uma área de cultivo de soja). Após a germinação e emergência das plântulas, foi realizado o desbaste no dia 25/5/2006, deixando-se apenas três plântulas por vaso. Realizou-se irrigação diária dos vasos fornecendo quantidade de água suficiente para manutenção das plantas. Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados no interior da casa de vegetação, a cada duas horas, no período de 17/5/2006 a 27/7/2006 (Fig. 1), utilizando-se um termohigrógrafo. Para controle de oídio (*Erysiphe diffusa*), pulverizou-se em todas as plantas, no dia 05/06/2006, a mistura pyraclostrobin + epoxiconazole na dose 500 mL ha<sup>-1</sup>. A casa de vegetação utilizada no estudo possui cobertura de plástico apresentando quatro ventiladores que eram acionados quando a temperatura interna atingisse 25°C.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, sendo os tratamentos (inseticidas) alocados nas

parcelas e as datas de amostragem (tempo) nas subparcelas. Foram utilizados 48 vasos (4 vasos/parcela), sendo 12 parcelas resultantes de 3 tratamentos (inseticidas) com 4 repetições.



**Fig. 1.** Dados diários de temperatura e umidade relativa observados no interior da casa de vegetação para o período de 17/05/2006 a 27/07/2006. Dourados, MS, 2007.

## Aplicação dos inseticidas

Os tratamentos corresponderam a uma aplicação dos inseticidas bifentrina, permetrina e metamidofós nas plantas de soja, que ocorreu no dia 10/7/2006 às 8h30min. Para a aplicação utilizou-se um pulverizador de pressão constante ( $\text{CO}_2$ ), equipado com bico Jacto nº 14 com caracol de um furo, pressão de 40 lbf  $\text{pol}^{-2}$  e volume de calda igual a 140 L  $\text{ha}^{-1}$ . As doses utilizadas foram 0,11 g i.a.  $\text{L}^{-1}$  de bifentrina, 0,36 g i.a.  $\text{L}^{-1}$  de permetrina e 2,14 g i.a.  $\text{L}^{-1}$  de metamidofós. Para a aplicação dos inseticidas, os vasos de cada parcela com as plantas de soja foram temporariamente transferidos para o exterior da casa de vegetação, sendo as plantas individualmente pulverizadas até o ponto de escoamento.

## Coleta das amostras

Aos 0, 2, 5, 10 e 17 dias da aplicação dos inseticidas, oito folhas de soja foram coletadas em cada repetição. As folhas foram retiradas nos terços inferior, médio e superior das plantas, procurando-se aquelas uniformes quanto ao tamanho e sem lesões. As amostras foram acondicionadas em papel alumínio, colocadas em sacos plásticos com a devida identificação e armazenadas em um freezer a  $-15^\circ\text{C}$  até o momento de envio para o Laboratório de Toxicologia de Inseticidas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. Para envio, as amostras foram acondicionadas em recipiente térmico contendo gelo seco. A extração, purificação e quantificação dos inseticidas nas folhas de soja foram realizadas no Laboratório de Toxicologia de Inseticidas da UFLA.

## Metodologia analítica

Os métodos analíticos utilizados para as determinações dos teores dos inseticidas nas folhas foram baseados nas metodologias descritas por Ridler (1992), Kaushik & Handa (1997), Metwally et al. (1997) para bifentrina e permetrina, e Blaß & Philipowski (1995) e Franco et al. (2001) para o metamidofós. Os compostos foram extraídos em acetona, purificados em cromatoplasmas de sílica gel e quantificados em sistema de cromatografia gás-

líquido, no caso do metamidofós, e em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência para os piretróides.

### Extração e purificação dos compostos

Os compostos foram extraídos das folhas com auxílio de gral e pistilo, usando-se acetona como solvente extrator. O extrato foi filtrado em lã de vidro e o volume final ajustado para 100 mL. Uma alíquota de 5 mL do extrato foi transferida a um balão de fundo redondo (50 cc) e submetida à evaporação da acetona (e da água proveniente da amostra), em rotaevaporador com banho a 50°C. Em seguida, usando-se pipeta de tipo Pasteur e procedendo-se três lavagens sucessivas com 0,25 mL de acetona, os resíduos foram transferidos, ao longo de uma linha a 3 cm da base, para placa de cromatografia de camada delgada de 20 x 10 cm, contendo sílica gel GF<sub>254</sub> (0,5 mm). Nas laterais da placa, foram colocados pequenos volumes de solução de bifentrina ou permetrina, em acetona, para visualização dos compostos na placa, sob luz ultra-violeta (254 nm). No caso do metamidofós, utilizou-se o inseticida-nematicida oxamil como marcador, conforme Franco et al. (2001), uma vez que esses compostos apresentam fatores de retenção muito próximos nas placas e, diferentemente do oxamil, o metamidofós não é visível sob luz ultra-violeta. Como fases móveis, foram utilizadas as misturas hexano e acetona (10:1) para os piretróides, e éter etílico e acetona (10:2) para o metamidofós. Os fatores de retenção dos compostos nas placas foram: 0,44 para o marcador oxamil e 0,64 para a bifentrina; no caso da permetrina, observou-se separação dos isômeros cis e trans na placa, com fatores de retenção muito próximos (0,56 e 0,60).

Após resolução da cromatografia, a sílica correspondente a uma faixa de 4 cm, delimitada com base na visualização dos padrões (2 cm acima e abaixo do centro da mancha do padrão), foi raspada e transferida para funil de vidro contendo lã de vidro e suspenso em balão de fundo redondo (50 cc). Em seguida, os resíduos foram removidos da sílica por meio de três lavagens sucessivas com 5 mL de acetona. Após eliminação da acetona em rotavapor, os resíduos foram diluídos em 2 mL de acetonitrila, sendo a solução passada em filtro PTFE (0,45 µm), com auxílio de uma seringa, e armazenada em freezer a -15°C até o momento da análise.

## Quantificação dos compostos

A quantificação do metamidofós nos extratos purificados foi feita em sistema de cromatografia gás-líquido (HP 6890), com detector termiônico (NPD). Utilizou-se uma coluna HP-5 (5% de metil-fenil-siloxano), com 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura de filme, 30 m de comprimento e 0,32 mm de diâmetro interno. As condições de operação foram: temperatura do forno: 100 °C (1 min)  $\rightarrow$  30 °C  $\text{min}^{-1}$   $\rightarrow$  160 °C (1 min)  $\rightarrow$  30 °C  $\text{min}^{-1}$   $\rightarrow$  220 °C (1 min); temperatura do injetor: 220 °C; temperatura do detector: 300 °C; fluxo do gás de arraste ( $\text{N}_2$ ): 2,3  $\text{mL min}^{-1}$  ("make up": 30  $\text{mL min}^{-1}$ ); fluxo de ar sintético: 60  $\text{mL min}^{-1}$ ; fluxo de  $\text{H}_2$ : 3,0  $\text{mL min}^{-1}$ ; modo de injeção: splitless; tempo de purga: 2 minutos; volume de injeção: 1  $\mu\text{L}$ . Nessas condições, o tempo de retenção do composto foi de 3,8 minutos.

As determinações de bifentrina e permetrina foram feitas em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência, modelo Agilent 1100, operando com detector de ultra-violeta (230 nm). Utilizou-se uma coluna LiChroCART (25 cm de comprimento e 3 mm de diâmetro interno), preenchida com LiChrospher RP-18 (5  $\mu\text{m}$ ). Como fase móvel, utilizou-se mistura de acetonitrila e água Milli-Q, na proporção 95:5, com fluxo de 0,3  $\text{mL min}^{-1}$ . O volume de injeção foi fixado em 20  $\mu\text{L}$  e o tempo de retenção da bifentrina foi de 10,5 minutos, com um único pico observado. No caso da permetrina, observou-se separação de seus isômeros cis e trans, com tempos de retenção de 9,2 e 9,9 min, sendo esses isômeros conjuntamente quantificados.

Para a quantificação dos compostos utilizaram-se padrões analíticos de bifentrina e permetrina fornecidos pela FMC Química do Brasil Ltda. e de metamidofós obtido junto à Bayer CropScience Ltda., todos com especificação de pureza acima de 94%. A eficiência dos métodos analíticos foi determinada analisando-se amostras de folhas fortificadas com os compostos nas concentrações de 1, 10 e 100  $\mu\text{g g}^{-1}$  de folhas. Foram constatadas porcentagens de recuperação acima de 85% para os três compostos, com os resultados obtidos nas análises das amostras do experimento sendo corrigidos de acordo com a porcentagem de recuperação verificada para cada composto.

## Análise dos dados

Os dados referentes às concentrações dos diferentes inseticidas nas diferentes datas de amostragem foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002). Posteriormente, os dados do logaritmo neperiano da concentração dos diferentes inseticidas nas folhas de soja ao longo do tempo foram ajustados a uma equação linear, com o objetivo de verificar se a dissipação segue uma cinética de primeira ordem, dada por:

$$\ln(C) = \ln(C_0) - k.t \dots\dots\dots (1)$$

onde  $\ln(C)$  é o logaritmo neperiano da concentração nas folhas ( $\text{g g}^{-1}$ ),  $\ln(C_0)$  é o logaritmo da concentração inicial ( $\text{g g}^{-1}$ ),  $k$  é o coeficiente de dissipação ( $\text{dia}^{-1}$ ) e  $t$  é o tempo (dias). O cálculo do valor de meia-vida ( $DT50$ ), em dias, é dado por:

$$DT50 = \frac{0,693}{k} \dots\dots\dots (2)$$

## Resultados e Discussão

Os resultados referentes às concentrações remanescentes dos três inseticidas encontrados nas folhas de soja após 0, 2, 5, 10 e 17 dias da sua aplicação são apresentados na Tabela 1. Observou-se que, para todos os inseticidas, a concentração média remanescente diminuiu ao longo do tempo, indicando a ocorrência do processo de dissipação. Observou-se ainda que a variabilidade das concentrações remanescente dos diferentes inseticidas nas diferentes repetições, em cada data de amostragem, foi pequena. Essa pequena variabilidade é confirmada pelos baixos valores do desvio-padrão em cada data de amostragem (Tabela 1).

**Tabela 1.** Concentrações remanescentes de permetrina, bifentrina e metamidofós em folhas de soja aos 0, 2, 5, 10 e 17 dias após sua aplicação nas plantas. Dourados, MS, 2007.

Inseticida	DAA <sup>(1)</sup>	Concentrações ( $\mu\text{g g}^{-1}$ de folha)				Média $\pm$ DP <sup>(2)</sup>
		Repetições				
		1	2	3	4	
Permetrina	0	189	205	147	153	<b>174 <math>\pm</math> 28</b>
	2	143	189	150	161	<b>161 <math>\pm</math> 20</b>
	5	183	134	163	141	<b>155 <math>\pm</math> 22</b>
	10	147	133	150	129	<b>140 <math>\pm</math> 10</b>
	17	142	124	126	135	<b>132 <math>\pm</math> 8</b>
Bifentrina	0	54	41	46	47	<b>47 <math>\pm</math> 5</b>
	2	45	40	40	47	<b>43 <math>\pm</math> 4</b>
	5	40	34	32	42	<b>37 <math>\pm</math> 5</b>
	10	29	27	34	25	<b>29 <math>\pm</math> 4</b>
	17	26	18	21	24	<b>22 <math>\pm</math> 4</b>
Metamidofós	0	1072	759	945	890	<b>917 <math>\pm</math> 130</b>
	2	775	754	727	801	<b>764 <math>\pm</math> 31</b>
	5	652	694	615	714	<b>669 <math>\pm</math> 44</b>
	10	332	267	297	315	<b>303 <math>\pm</math> 28</b>
	17	306	278	201	179	<b>241 <math>\pm</math> 61</b>

<sup>(1)</sup> DAA = Dias após aplicação. <sup>(2)</sup> DP = Desvio-padrão.

Com objetivo de verificar a coerência das proporções entre a quantidade aplicada e recuperada logo após a pulverização dos diferentes inseticidas, calculou-se essas relações utilizando-se os valores das seguintes doses aplicadas: 0,357 g i.a. L<sup>-1</sup> para a permetrina, 0,107 g i.a. L<sup>-1</sup> para a bifentrina e 2,142 g i.a. L<sup>-1</sup> para o metamidofós. Assim, as proporções entre as doses aplicadas foram de: permetrina/bifentrina = 3,70; metamidofós/permetrina = 5,30 e metamidofós/bifentrina = 19,5. Já as proporções entre as quantidades recuperadas logo após aplicação (0 dia após aplicação), foram de: permetrina/bifentrina = 3,34; metamidofós/permetrina = 6,00 e metamidofós/bifentrina = 20,02. Com isso, observa-se grande coerência das



proporções entre as quantidades aplicadas e recuperadas logo após a aplicação, para todos os inseticidas estudados.

Na Tabela 2 é apresentado um resumo da análise de variância, onde a interação entre inseticidas e tempo após aplicação foi significativa ( $P < 0,01$ ). Dessa forma, foi observada diferença significativa da concentração remanescente de cada inseticida nas folhas de soja para os diferentes tempos (datas) após a aplicação. Com isso, procedeu-se a análise de regressão entre o logaritmo neperiano da concentração remanescente do inseticida na folha em função do tempo após aplicação, conforme Equação (1), procurando ajuste à cinética de primeira ordem para descrever a dissipação (Fig. 1). Para todos os inseticidas estudados, as relações entre o logaritmo neperiano da concentração e o tempo após a aplicação foram significativas ( $P < 0,01$ ), com valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,89 para o metamidofós, 0,85 para a bifentrina e 0,41 para a permetrina. Isso mostra uma boa qualidade do ajuste à equação linear para todos os inseticidas, com exceção da permetrina.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para os dados de concentração remanescente dos inseticidas permetrina, bifentrina e metamidofós em folhas de soja aos 0, 2, 5, 10 e 17 dias após sua aplicação nas plantas. Dourados, MS, 2007.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Inseticidas (Parcela)	2	1635528,22**
Erro (Parcela)	9	2146,33
Parcelas	11	-
Tempo (Subparcela)	4	137329,18**
Interação Inseticidas x Tempo	8	105514,13**
Erro (Subparcela)	36	1645,05
Total	59	-

\*\* Significativo ao nível de 1%; Coeficiente de variação da parcela = 18,1%.  
Coeficiente de variação da subparcela = 15,9%

O baixo valor de  $R^2$  para a permetrina foi devido à sua lenta dissipação, gerando um valor do coeficiente de dissipação próximo à zero para o intervalo de tempo estudado (17 dias). Isso mostra a necessidade de aumentar o intervalo de tempo para o estudo da dissipação da permetrina, já que 17 dias não foram suficientes para uma estimativa confiável do valor de  $k$  (coeficiente de dissipação) e, conseqüentemente, da  $DT50$  (meia-vida). Os valores estimados de  $k$  com base na Fig. 2 foram iguais a  $0,085 \pm 0,007^1 \text{ dia}^{-1}$  para o metamidofós,  $0,015 \pm 0,004 \text{ dia}^{-1}$  para a permetrina e  $0,045 \pm 0,004 \text{ dia}^{-1}$  para a bifentrina. Em termos práticos, pode-se dizer que ocorreu uma dissipação diária de 8,5% da dose aplicada de metamidofós nas folhas de soja, de 1,5% para permetrina e de 4,5% para a bifentrina durante o período de estudo (17 dias). Com base nos valores de  $k$  e na Equação (2), obteve-se os valores de  $DT50$  iguais a 8,1 dias para o metamidofós, 45,5 dias para a permetrina e 15,4 dias para a bifentrina. Ou seja, para que se tenha uma dissipação de 50% da dose aplicada, foram necessários 8,1 dias para o metamidofós, 45,5 dias para a permetrina e 15,4 dias para a bifentrina. Importante ressaltar que esses valores de  $DT50$  são fortemente influenciados pelas condições de temperatura e umidade.

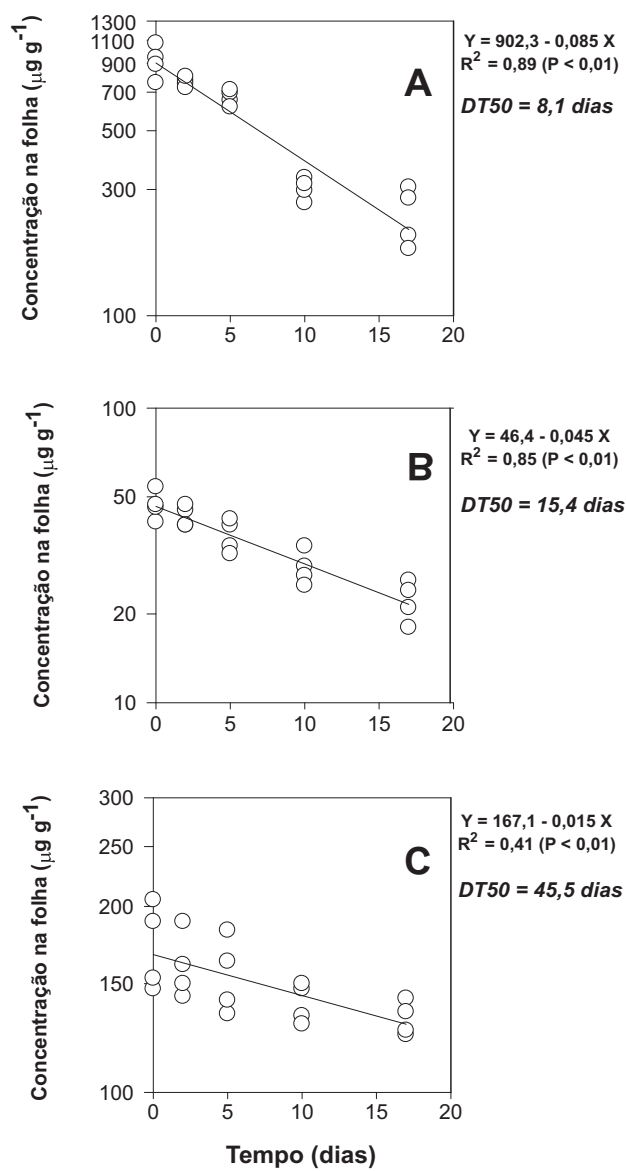
Com base na Fig. 1, observou-se que os valores médios de temperatura e umidade relativa no interior da casa de vegetação após a aplicação dos inseticidas foram de  $20,2 \pm 2,8^2 \text{ °C}$  e  $76,5 \pm 8,1\%$ , respectivamente. Assim, o inseticida que se mostrou mais persistente nas folhas de soja para as condições estudadas de temperatura e umidade foi a permetrina, seguida pela bifentrina e metamidofós, respectivamente.

O valor de  $DT50$  para metamidofós (8,1 dias) encontrado nesse estudo foi superior ao observado por Franco et al. (2001), que ficou entre 3,8 e 4,8 dias. Estes autores aplicaram metamidofós em plantas de alface estando a temperatura média em  $25 \text{ °C}$ . Dessa forma, os valores de  $DT50$  encontrados por Franco et al. (2001) foram para uma condição onde a temperatura foi  $5 \text{ °C}$  superior ao presente estudo ( $20,2 \text{ °C}$ ), justificando uma dissipação mais rápida

---

<sup>1</sup> Erro-padrão.

<sup>2</sup> Desvio-padrão.



**Fig. 2.** Relação entre as concentrações remanescentes dos inseticidas metamidofós (A), bifentrina (B) e permetrina (C) e o tempo após sua aplicação nas folhas de soja.  $DT50$  = meia-vida.

e, portanto, valores menores de *DT50*. Com relação à bifentrina, o valor de *DT50* igual a 15,4 dias observado nesse estudo é intermediário aos encontrados por Papadopoulou-Mourkidou et al. (1989), que foram de 9 a 23 dias, após aplicação em folhas de pessegueiro em condições de campo com um temperatura média durante o período experimental de 23,4°C.

## Conclusões

Dentre os três inseticidas estudados, a permetrina mostrou-se mais persistente (*DT50* = 45,5 dias) nas folhas de soja para as condições estudadas de temperatura e umidade, seguida pela bifentrina (*DT50* = 15,4 dias) e metamidofós (*DT50* = 8,1 dias).

## Agradecimentos

Aos colegas Augusto César Pereira Goulart (*Embrapa Agropecuária Oeste*) pela ajuda na condução do experimento na casa de vegetação e ao Anderson Vitor de Gouvea (UFLA) pela ajuda nas análises dos resíduos de inseticidas nas folhas de soja. À FMC Química do Brasil Ltda. pelo auxílio financeiro e fornecimento dos padrões analíticos da permetrina e bifentrina.



## Referências

- BLAß, W.; PHILIPOWSKI, C. Gas-chromatographic method for the determination of methamidophos residues in material of plant origin, including processed products. **Pflanzenschutz Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v. 48, n. 2, p. 353-377, 1995.
- ELLIOT, M. Established pyrethroids. **Pesticide Science**, Sussex, v. 11, p. 119-128, 1980.
- FRANCO, A. A.; RIGITANO, R. L. O.; GOUVEA, A. V. Dissipação do inseticida metamidofós em plantas de alface (*Lactuca sativa L.*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1307-1313, 2001.
- HIMEL, C. M.; LOATS, H.; BAILEY, G. W. Pesticide sources to the soil and principles of spray physics. In: CHENG, H. H. (Ed.). **Pesticides in the soil environment: process, impacts, and modeling**. Madison: SSSA, 1990. p. 7-50.
- KAUSHIK, N.; HANDA, S. N. New clean-up method for gas chromatographic analysis of pyrethroids residues. **Chromatographia**, Braunschweig, v. 46, n. 3/4, p. 209-212, 1997.
- LINDERS, J.; MENSINK, H.; STEPHENSON, G.; WAUCHOPE, D.; RACKE, K. Foliar interception and retention values after pesticide application. A proposal for standardized values for environmental risk assessment. **Pure and Applied Chemistry**, London, v. 72, n. 11, p. 2199-2218, 2000.

METWALLY, M. E.-S.; OSMAN, M. S.; AL-RUSHAID, R. A high-performance liquid chromatographic method for the determination of cypermethrin in vegetables and its application to kinetic studies after greenhouse treatment. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 2, p. 283-290, 1997.

PAPADOPOULOU-MOURKIDOU, E.; KOTOPOULOU, A.; STYLIANIDIS, D. Field dissipation of the pyrethroid insecticide/acaricide bifenthrin on the foliage of peach trees, in the peel and pulp of peaches, and in tomatoes. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 115, p. 405-416, 1989.

RIDLER, J. E. **Residue analytical method of the determination of bifenthrin and 4'-hydroxyl bifenthrin in/on corn matrices**. Princeton: FMC Corporation - Agricultural Chemical Group, 1992. 48 p.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

WILLIS, G. H.; McDOWELL, L. L. Pesticide persistence on foliage. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 100, p. 23-73, 1987.







**Embrapa**

---

**Agropecuária Oeste**

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

