

# EFEITO DE AGROTÓXICOS NA ATIVIDADE BIOLÓGICA DE DOIS SOLOS, EM EXPERIMENTOS DE LABORATÓRIO<sup>1</sup>

SONIA DE BARROS OSTIZ<sup>2</sup> e MARIA RAPHAELA MUSUMECI<sup>3</sup>

**RESUMO** - A influência do fungicida metalaxil-mancozeb, do herbicida trifluralin e do fungicida pentacloronitrobenzeno (PCNB) na atividade biológica dos solos Podzólico Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, em laboratório, foi medida através da radiorespirometria com glicose-<sup>14</sup>C, demonstrando que o metalaxil-mancozeb é um composto inibidor da atividade microbiana quando utilizado nas concentrações de 1 mg/g de solo e 10 mg/g de solo. Este efeito inibidor persistiu mesmo quando o metalaxil-mancozeb foi adicionado com o trifluralin e o PCNB, que apresentaram pouca influência sobre os microrganismos quando aplicados isoladamente. O efeito dos agrotóxicos sobre a atividade biológica variou conforme o tipo de solo, sendo maior no solo Latossolo Vermelho, com maior teor de argila. Quando aplicados em mistura, o efeito destes agrotóxicos na atividade biológica dos solos variou, também, de acordo com as concentrações utilizadas.

Termos para indexação: defensivos, atividade microbiana.

## EFFECT OF AGROTOXICS IN BIOLOGICAL ACTIVITY OF TWO SOILS IN LABORATORY EXPERIMENTS

**ABSTRACT** - The influence of the fungicide pentachloronitrobenzene (PCNB), the herbicide trifluralin and the fungicide metalaxyl-mancozeb on the biological activity of the Red Yellow Podzol and Red Latosol soils, under laboratory conditions, was measured by radiorespirometry. Metalaxyl-mancozeb was inhibitory to the microbial activity, in the concentration of 1 mg and 10 mg/g of soil. This inhibitor effect persisted even when metalaxyl-mancozeb was added with trifluralin and PCNB, that had low influence on microorganisms when used individually. The pesticide effect changed according to the soil type, being higher in the Red Latosol soil, with the higher clay content. Effects on the biological activity was also influenced according to the different pesticides' concentration in a combined mixture applied to the soils.

Index terms: pesticides, microbial activity.

## INTRODUÇÃO

A aplicação de elementos xenobióticos no solo, como os diferentes agrotóxicos utilizados para o controle de pragas e doenças de culturas agrícolas, podem provocar alterações do equilíbrio ecológico dos microrganismos deste solo. Estes microrganismos sofrem a influência dos agrotóxicos de várias formas, podendo aumentar sua atividade biológica, em consequência da utilização desses compostos como fonte de carbono e nitrogênio, ou então apresentarem diminuição transitória ou definitiva dessa atividade, de acordo com a persistência do composto (Bartha et al., 1976). Por sua vez a persistência e a degradação destas substâncias são dependentes de sua natureza química e das propriedades físico-químicas do solo (Parr 1974).

A ação dos defensivos nos microrganismos do solo tem sido amplamente estudada, no entanto, raramente estes compostos são utilizados individualmente na agricultura, e são raros os dados sobre a ação combinada desses biocidas (Stratton 1983). Dessa maneira, deve-se levar em consideração as repetidas aplicações, às quais o solo está sujeito, que conduzem a um aumento da concentração do agrotóxico e de seus resíduos, podendo afetar a atividade biológica de uma maneira diferente daquela apresentada pela aplicação de um único composto.

O objetivo do presente estudo foi a avaliação do efeito do fungicida pentacloronitrobenzeno, do fungicida metalaxil-mancozeb e do herbicida trifluralin como agentes modificadores da atividade biológica de dois solos brasileiros com propriedades físico-químicas diferentes.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 22 de junho de 1988.  
Auxílio financeiro da FAPESP.

<sup>2</sup> Bióloga, bolsista da FAPESP, Centro de Radioisótopos do Instituto Biológico, Caixa Postal 7119, CEP 01000 São Paulo, SP.

<sup>3</sup> Bióloga, Ph.D., Pesquisadora científica VI, Doutora em Biologia, Centro de Radioisótopos do Instituto Biológico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Solos

Foram utilizados os solos Latossolo Vermelho (matéria orgânica = 3,5%; pH = 5,9; argila = 49%; areia = 26%, limo = 24%; procedência: Cerrado de Brasília, Distrito Fede-

ral) e Podzólico Vermelho-Amarelo (matéria orgânica = 5%; pH = 5,7; argila = 3,7%; areia = 44%; limo = 19%; procedência: Areias, Paraíba). No laboratório, os solos foram passados por peneiras de malha de 2 mm, e secados à temperatura ambiente.

### Agrotóxicos

Foram utilizados os seguintes agrotóxicos: herbicida trifluralin (grau técnico); fungicida formulado metalaxil-mancozeb (10% de metalaxil e 48% de mancozeb); e fungicida formulado pentacloronitrobenzeno (PCNB, 75% i.a.).

### Substrato para radiorespirometria

A D-glicose-<sup>14</sup>C fornecida pela Amersham, Inglaterra, com atividade específica de 11,2 GBq/mmol (303 mCi/mmol) foi inicialmente diluída, obtendo-se uma solução com 0,37 MBq/ml (10 µCi/ml) de atividade, da qual se retirou 1 ml, que foi diluído em 300 ml de água destilada estéril, obtendo-se uma solução final com 1,23 kBq/ml (3,3 µCi/ml). A solução foi ajustada com glicose não marcada para se obter uma concentração de 5 µmol/ml.

### Efeito isolado

Amostras de 50 g de cada solo foram dispostas em jarros de vidro de 250 ml de capacidade e reativados com água equivalente a 2/3 da capacidade de campo (Latossolo Vermelho = 5 ml/10 g; Podzólico Vermelho-Amarelo = 3,5 ml/10 g). Após o período de uma semana de reativação, o PCNB, o metalaxil-mancozeb e o trifluralin foram pesados e incorporados às diferentes amostras de solo, de modo a se obter para cada um as concentrações de 1 mg/g de solo e 10 mg/g de solo. Os solos foram homogeneizados e incubados à temperatura ambiente (15°C a 30°C) por um período máximo de 30 dias.

Para estudo da atividade biológica do solo foram retiradas, nos tempos zero (três horas após a adição dos compostos), sete, quinze e 30 dias, quatro repetições de 1 g dos solos tratados, que foram dispostos nos jarros de vidro com tampa rosqueada ajustável; essas amostras receberam 200 µl de glicose-<sup>14</sup>C, e para captura do <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> evoluído pela respiração microbiana utilizou-se 0,5 ml de etanolamina em um frasco de cintilador colocado no mesmo jarro de solo. O conjunto foi incubado em estufa à temperatura de 27°C, por um período de 21 horas.

A seguir, os frascos do cintilador foram retirados e acrescidos de 10 ml de líquido cintilador (4 g de PPO, 0,2 g de POPOP, 333 ml de Renex, 667 ml de tolueno: metanol (7:3)) e o <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> foi contado em cintilador de amostra líquida (Beckman LS 8000).

A quantidade de <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> evoluído foi calculado segundo Freitas et al. (1979) pela equação:

$$X = ((A/A_0)(C/M))/H$$

onde:

- A = taxa de desintegrações por minuto (dpm) da amostra
- A<sub>0</sub> = taxa de desintegrações por minuto (dpm) da solução padrão de glicose-<sup>14</sup>C.
- C = concentração da solução de glicose-<sup>14</sup>C.
- M = g de solo.
- H = tempo de incubação (em horas).

### Efeito combinado

Nos experimentos sobre o efeito da combinação de agrotóxicos em diferentes concentrações na atividade biológica de dois solos, os agrotóxicos foram incorporados diretamente aos solos nas seguintes combinações:

- A. metalaxil-mancozeb/PCNB = 1 mg/1 mg; 1 mg/10 mg; 10 mg/1 mg; 10 mg/10 mg.
- B. metalaxil-mancozeb/trifluralin = 1 mg/10 mg; 1 mg/10 mg; 10 mg/1 mg; 10 mg/10 mg.
- C. metalaxil-mancozeb/PCNB/trifluralin = 10 mg/10 mg/10 mg.

A incubação e as medidas respiratórias seguiram a metodologia descrita no estudo do efeito isolado.

### Cálculo do efeito combinado e análise estatística

A análise do efeito combinado dos defensivos foi realizada através do modelo de sobrevivência múltipla (Gowing 1960, Morse 1978). Os valores da atividade respiratória foram transformados em percentagem de inibição, em relação ao controle (sem composto). O cálculo da percentagem de inibição teórica esperada pela mistura de agrotóxicos, foi feita utilizando-se a percentagem de inibição obtida, quando o defensivo foi adicionado individualmente, através da fórmula:

$$E = X + ((100 - X)/100) \times Y$$

onde:

- E = percentagem de inibição teórica esperada da combinação.
- X = percentagem de inibição obtida do composto mais tóxico.
- Y = percentagem de inibição obtida do composto menos tóxico.

A percentagem de inibição teórica esperada da combinação foi estatisticamente analisada com a percentagem de inibição experimental observada, através do teste t de Student com intervalo de confiança de 95%. Foram denominadas de "antagônicas" as combinações em que a percentagem experimental observada foi menor do que a esperada; e "sinérgicas" quando a obtida foi maior que a esperada. O efeito interativo foi demonstrado quando os resultados não diferiram significativamente.

## RESULTADOS

### Efeito isolado de diferentes concentrações de agrotóxicos

A adição do metalaxil-mancozeb ao solo Latossolo Vermelho na concentração de 1 mg/g de solo causou um efeito inibidor na atividade biológica logo após a sua incorporação (tempo zero); no entanto, nos tempos seguintes (sete e quinze dias) observou-se uma tendência estimuladora, sendo que no final do experimento não foi constatado mais nenhum efeito (Tabela 1). A adição do metalaxil-mancozeb ao solo Latossolo Vermelho na concentração de 10 mg/g de solo se caracterizou por uma influência

**TABELA 1. Influência dos fungicidas metalaxil-mancozeb e PCNB, e do herbicida trifluralin na atividade biológica do solo Latossolo Vermelho (nmol de glicose/g de solo/h).**

Tratamento	(mg/g de solo)	Tempo (dias)			
		0	7	15	30
Controle	0	53,49	46,84	36,69	36,10
metalaxil-mancozeb	1	22,61	58,79	43,51	35,90
	10	18,18	6,07	8,44	5,29
PCNB	1	57,81	43,91	45,66	85,05
	10	61,11	64,03	53,82	44,19
trifluralin	1	63,59	49,67	42,43	42,46
	10	45,92	56,80	44,86	45,65

inibidora constante durante todo período da incubação do solo (Tabela 1). O PCNB e o trifluralin apresentaram uma ação estimuladora no decorrer de todo o experimento, com excessão da concentração de 10 mg/g de solo do trifluralin, que no tempo zero apresentou um efeito inibidor (Tabela 1).

Quando da adição do metalaxil-mancozeb ao solo Podzólico Vermelho-Amarelo (1 mg/g de solo) (Tabela 2), verificou-se uma imediata inibição na atividade respiratória do solo (tempo zero = três horas após a adição), com recuperação da atividade microbiana detectada aos sete e quinze dias de incubação. Todavia, a concentração mais elevada (10 mg/g de solo) produziu um efeito inibidor muito acentuado que se manteve até os quinze dias de incubação; a recuperação aconteceu somente aos 30 dias após a adição. O PCNB também apresentou um efeito inibidor que desapareceu aos 30 dias, sendo maior a ação inibidora na concentração de 10 mg/g de solo.

Ao se adicionar o trifluralin, observou-se uma ação inibidora aos sete dias com as duas concentrações ensaiadas, sendo que a concentração menor apresentou um efeito ativador aos 30 dias (Tabela 2).

#### **Efeito combinado de agrotóxicos em diferentes concentrações**

Todas as combinações ensaiadas foram altamente inibidoras da atividade biológica dos dois solos nas primeiras três horas de contacto (tempo zero) (Tabelas 3 e 4). No solo Latossolo Vermelho, as combinações metalaxil-mancozeb/PCNB foram altamente inibidoras, principalmente quando o metalaxil-mancozeb foi adicionado em maior concentração. A

mistura dos dois fungicidas apresentou efeito inibidor maior comparada à combinação metalaxil-mancozeb/trifluralin. Neste caso, concentrações altas do metalaxil-mancozeb agiram com maior efeito inibidor na mistura com o herbicida (Tabela 3).

A adição de metalaxil-mancozeb/PCNB ao solo Podzólico Vermelho-Amarelo se caracterizou por um grande efeito inibidor nas combinações das altas concentrações do metalaxil-mancozeb (10 mg) e PCNB (10 mg). A combinação metalaxil-mancozeb/trifluralin foram também inibidoras, principalmente quando da adição do metalaxil-mancozeb em maior concentração na mistura (Tabela 4).

Ao se analisar estatisticamente os dados do tempo 7 para o solo Latossolo Vermelho (Tabela 5), verificou-se um efeito sinérgico pela mistura do metalaxil-mancozeb na concentração de 1 mg/g de solo ao PCNB e ao trifluralin. A concentração mais elevada do metalaxil-mancozeb, apresentou um efeito interativo com os outros agrotóxicos, com excessão da combinação com o trifluralin em concentração de 10 mg/g de solo, que apresentou um efeito sinérgico. Esse mesmo sinergismo ocorreu quando os três agrotóxicos foram combinados em concentração mais alta (Tabela 7).

A análise dos dados do solo Podzólico Vermelho-Amarelo aos sete dias (Tabela 6), demonstrou um efeito interativo nas combinações de metalaxil-mancozeb em concentração de 1 mg/g de solo com o PCNB e com o trifluralin, também nesta concentração; todavia a presença de um dos agrotóxicos em concentração mais alta, teve um efeito antagônico, assim como a combinação dos três nestas concentrações (Tabela 7).

**TABELA 2. Influência dos fungicidas metalaxil-mancozeb e PCNB, e do herbicida trifluralin na atividade biológica do solo Podzólico Vermelho-Amarelo (nmol de glicose/g de solo/h).**

Tratamento	(mg/g de solo)	Tempo (dias)			
		0	7	15	30
Controle	0	73,92	83,54	58,51	58,03
metalaxil-mancozeb	1	6,45	7,53	60,87	24,83
	10	2,58	1,32	2,62	44,29
PCNB	1	69,47	68,69	55,43	58,72
	10	55,94	60,86	52,64	51,98
trifluralin	1	84,51	66,61	57,61	99,55
	10	68,55	64,67	64,00	62,90

**TABELA 3. Influência do efeito combinado da aplicação de agrotóxicos em diferentes concentrações ao solo Latossolo Vermelho (nmol de glicose/g de solo/h).**

Tratamento (mg/g de solo)	Tempo (dias)			
	0	7	15	30
Controle	68,18	51,74	54,24	34,65
Controle <sup>a</sup>	68,13	50,09	46,71	45,92
metalaxil- mancozeb / PCNB				
1 : 1	21,40	54,01	50,21	34,96
1 : 10	18,11	63,30	66,48	58,70
metalaxil- mancozeb / trifluralin				
1 : 1	21,63	23,75	36,05	33,25
1 : 10 <sup>a</sup>	20,39	13,29	18,99	33,63
metalaxil- mancozeb / PCNB				
10 : 1	15,62	5,51	6,17	21,23
10 : 10	13,74	8,29	29,84	6,03
metalaxil- mancozeb / trifluralin				
10 : 1	19,47	7,70	13,80	4,02
10 : 10 <sup>a</sup>	11,22	2,56	2,42	1,69

a = controle referente as interações metalaxil-mancozeb/trifluralin nas concentrações de 1 mg/10 mg e 10 mg/10 mg.

### DISCUSSÃO

Analisando-se a atividade biológica dos dois solos, sem adição de agrotóxico (controle), verificou-se que o solo Podzólico Vermelho-Amarelo apresentou

atividade biológica mais alta do que o solo Latossolo Vermelho; isto aconteceu em virtude do maior teor de matéria orgânica presente no solo Podzólico Vermelho-Amarelo, e conseqüentemente, maior quantidade de microrganismos.

**TABELA 4. Influência do efeito combinado da aplicação de agrotóxicos em diferentes concentrações ao solo Latossolo Vermelho-Amarelo (nmol de glicose/g de solo/h).**

Tratamento (mg/g de solo)	Tempo (dias)			
	0	7	15	30
Controle	75,04	68,83	65,13	41,99
Controle <sup>a</sup>	93,69	66,77	64,25	61,90
metalaxil- mancozeb / PCNB				
1 : 1	4,91	52,90	68,14	39,55
1 : 10	3,33	72,36	62,30	36,93
metalaxil- mancozeb / trifluralin				
1 : 1	5,96	53,13	63,90	64,39
1 : 10 <sup>a</sup>	2,90	53,92	6,07	10,33
metalaxil- mancozeb / PCNB				
10 : 1	3,19	1,69	3,02	2,09
10 : 10	1,96	2,70	1,96	1,68
metalaxil- mancozeb / trifluralin				
10 : 1	2,99	2,25	2,00	1,85
10 : 10 <sup>a</sup>	2,34	1,94	1,90	1,68

a = controle referente as interações metalaxil-mancozeb/trifluralin nas concentrações de 1 mg/10 mg e 10 mg/10 mg.

Analisando-se o efeito dos agrotóxicos adicionados individualmente, observou-se que o PCNB e o trifluralin exerceram pouca influência sobre os microrganismos, o que poderia ser decorrente da sua degradação pela população microbiana (Anderson & Domsch, 1975). No entanto, a adição do metalaxil-mancozeb na concentração mais baixa (1 mg/g de solo) apresentou um efeito inibidor, com posterior recuperação da atividade biológica, indicando uma fase de latência, com desenvolvimento de uma população resistente ao fungicida, ou com possibilidade de degradar este composto.

Por outro lado, ao se aumentar a concentração do metalaxil-mancozeb, o efeito inibidor foi mais forte e persistente por um longo período. Esta inibição foi mais elevada e duradoura no solo Latossolo Vermelho, o que poderia ser atribuído a adsorção do fungicida pelos complexos húmicos-argilosos deste solo, e conseqüentemente, a uma maior exposição dos microrganismos também adsorvidos a estes complexos. Este fenômeno foi também constatado por Bellinck & Mayaudon (1978), com um herbicida do grupo dos fenilcarbamatós, onde o efeito do agrotóxico sobre

os microrganismos era influenciado pelo tipo de solo, sendo este efeito maior em solos húmico-argilosos, em virtude das propriedades de adsorção dos complexos húmico-argilosos, do que em solos arenosos. Por sua vez Musumeci & Rüegg (1984), constataram que o fungicida carbendazim apresentou maior efeito inibidor em solos húmico-argilosos, e que o metalaxil, em baixas concentrações, não influenciava a atividade biológica, porém, que ao se elevar a concentração desse fungicida para 500 ppm houve uma diminuição na atividade biológica do solo menos rico em matéria orgânica. Em nossos experimentos, o efeito altamente inibidor do metalaxil-mancozeb aqui relatado, seria devido a presença do fungicida mancozeb na formulação do agrotóxico; assim sendo, ao se adicionar o metalaxil estaríamos incorporando também ao solo mais um fungicida, aumentando pois, o espectro de ação do defensivo.

É de se ressaltar ainda um imediato efeito de inibição constatado na leitura da atividade biológica três horas após a adição do metalaxil-mancozeb aos solos. Tal efeito poderia ser decorrente de um efeito físico-químico, uma vez que o solo tornou-se pas-

toso pela adição do metalaxil-mancozeb, e provavelmente com condições anaeróbicas que inibiram a atividade de microrganismos aeróbicos. Todavia, mesmo com a recuperação do solo esse efeito persistiu, indicando a ação antimicrobiana do defensivo.

Ao se analisarem os resultados da influência dos efeitos de misturas dos agrotóxicos em diferentes concentrações, verificou-se que o metalaxil-mancozeb foi o fator influente na atividade respiratória da população microbiana. Este fenômeno pode ser observado nas combinações do PCNB e do trifluralin com o metalaxil-mancozeb na concentração de 10 mg/g do solo, onde, o efeito é constante durante o experimento, semelhante ao efeito verificado quando o metalaxil-mancozeb foi aplicado isoladamente.

Quando se comparou estatisticamente o efeito esperado das combinações com o efeito observado aos sete dias de experimento, notou-se que no solo Latossolo Vermelho tanto o PCNB quanto o trifluralin

**TABELA 5. Efeito das combinações de metalaxil-mancozeb, trifluralin e PCNB na atividade biológica do solo Latossolo Vermelho aos sete dias de incubação. (a).**

	Metalaxil-mancozeb (mg/g de solo)			
	1		10	
PCNB (mg/g de solo)				
1	- 4,79 ± 14,77 (-47,95 ± 10,87)	S	89,35 ± 3,08 (84,71 ± 7,12)	I
10	-29,70 ± 9,04 (-71,59 ± 11,34)	S	83,98 ± 1,90 (82,26 ± 8,26)	I
trifluralin (mg/g de solo)				
1	54,10 ± 4,41 (-40,22 ± 10,31)	S	85,12 ± 2,44 (85,51 ± 6,67)	I
10	73,47 ± 3,00 (-52,21 ± 6,64)	S	94,89 ± 0,53 (84,27 ± 7,33)	S

a = A tabela apresenta a percentagem de inibição obtida ± desvio padrão, seguido, entre parênteses, da percentagem de inibição esperada ± desvio padrão, calculada segundo o método de Gowing (1960).

S = Interação sinérgica (inibição obtida maior que esperada).

I = Efeito interativo (inibição obtida e esperada não diferiram significativamente).

reagiram sinergicamente com o metalaxil-mancozeb na concentração mais baixa. No entanto, quando se elevou a concentração do metalaxil-mancozeb, o sinergismo desapareceu, com exceção do trifluralin na concentração mais alta. Todavia, no solo Podzólico Vermelho-Amarelo, as combinações de menor concentração do metalaxil-mancozeb com o PCNB e o trifluralin, apresentaram efeito interativo, enquanto que a presença de qualquer um desses defensivos em concentração mais alta, determinou uma combinação antagônica.

Estes resultados poderiam ser explicados pelas diferenças entre as populações microbianas presentes nos dois solos. Stratton (1983) constatou que as interações de permetrim e atrazina eram antagônicas ao crescimento do fungo *Trichoderma viride*, mas sinérgicas para *Pythium ultimum*. Deve-se ainda observar que em nossos experimentos realizados em laboratório, não foram considerados certos fenômenos como a lixiviação, a qual o solo está exposto nas condições de campo.

**TABELA 6. Efeito das combinações de metalaxil-mancozeb, trifluralin e PCNB na atividade biológica do solo Podzólico Vermelho-Amarelo aos sete dias de incubação. (a)**

	Metalaxil-mancozeb (mg/g de solo)			
	1		10	
PCNB (mg/g de solo)				
1	23,14 ± 3,85 (28,17 ± 4,69)	I	97,54 ± 0,67 (98,69 ± 0,15)	A
10	- 5,13 ± 24,55 (36,36 ± 4,15)	A	96,08 ± 1,44 (98,84 ± 0,13)	A
trifluralin (mg/g de solo)				
1	22,81 ± 7,76 (33,19 ± 3,37)	I	96,73 ± 0,57 (98,78 ± 0,13)	A
10	19,24 ± 5,37 (32,37 ± 4,41)	A	97,09 ± 1,22 (98,77 ± 0,14)	A

a = A tabela apresenta a percentagem de inibição obtida ± desvio padrão, seguido, entre parênteses, da percentagem de inibição esperada ± desvio padrão, calculada segundo o método de Gowing (1960).

A = Interação antagônica (inibição obtida menor que esperada).

I = Efeito interativo (inibição obtida e esperada não diferiram significativamente).

**TABELA 7. Efeito das combinações de metalaxil-mancozeb, trifluralin e PCNB na atividade biológica dos dois solos estudados, aos sete dias de incubação. (a).**

Solo	Metalaxil-mancozeb / trifluralin / PCNB		
	10 mg	10 mg	10 mg
Latossolo Vermelho	94,51±0,30 (78,49±0,94)	S	
Podzólico Vermelho-Amarelo	97,41±0,66 (99,10±0,10)	A	

a = A tabela apresenta a percentagem de inibição obtida ± desvio padrão, seguido, entre parênteses, da percentagem de inibição esperada ± desvio padrão, calculada segundo o método de Gowing (1960).

A = Interação antagonista (inibição obtida menor que esperada).

S = Interação sinérgica (inibição obtida maior que esperada).

Nossos resultados demonstraram que o metalaxil-mancozeb, quando adicionado ao solo em altas concentrações, pode levar a uma drástica redução da atividade respiratória do solo e, conseqüentemente, da população microbiana. Comprovou-se também que o efeito inibidor ou ativador de uma mistura de agrotóxicos é determinada pelas concentrações nas quais eles estão presentes, e pelo tipo de solo utilizados.

### CONCLUSÕES

1. Ocorre inibição da atividade biológica dos solos quando da adição do metalaxil-mancozeb, cuja formulação contém dois fungicidas: metalaxil (10%) e mancozeb (48%).

2. O herbicida trifluralin e o fungicida pentacloronitrobenzeno exercem reduzida influência sobre a atividade microbiana.

3. A adição combinada do metalaxil-mancozeb em alta concentração com trifluralin e o pentacloronitrobenzeno, em diferentes concentrações, ocasiona uma ação altamente inibidora, demonstrando que o metalaxil-mancozeb persiste como um composto inibidor.

4. A atuação antagonista ou sinérgica de uma mistura é dependente do tipo de solo e das concentrações utilizadas.

### REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration of selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.*, 21:314-22, 1975.
- BARTHA, R.; LANZILOTTA, R.P.; PRAMER, D. Stability and effects of some pesticides in soil. *Appl. Microbiol.*, 15:67-75, 1976.
- BELLINCK, C. & MAYAUDON, J. Influence du phenmediphame et dérivés sur l'activité biologique et le nombre de microorganismes des sols. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 15:434-44, 1978.
- FREITAS, J.R.; NASCIMENTO FILHO, V.F.P.; VOSE, B.; RUCHEL, A.P. Estimativa da atividade da microflora heterotrófica em solo terra roxa estruturada usando respirometria com glicose-<sup>14</sup>C. *Enrg. Nucl. Agric.*, 1(2):123-30, 1979.
- GOWING, D.P. Comments on tests of herbicides mixtures. *Weeds*, 8:379-91, 1960.
- MORSE, P.M. Some comments on the assessment of joint action in herbicide mixture. *Weed Sci.*, 26:58-71, 1978.
- MUSUMECI, M.R. & RÜEGG, E.F. Influência dos fungicidas carbendazim e metalaxil na atividade biológica de solos. *Ci. e Cult.*, 36(4):618-21, 1984.
- PARR, J.F. Effects of pesticides on microorganisms in soil and water. In: Guenzi, W.D., ed. *Pesticides in soil and water*. s.l., Soil Science Society of America, 1974. p.315-40.
- STRATTON, G.W. Interaction effects of permethrin and atrazine combinations towards several nontarget microorganisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 31:297-303, 1983.