

# INFLUÊNCIA DO GLYPHOSATE, ISOLADO OU MISTURADO COM 2,4-D ÉSTER, SOBRE A MESOFAUNA EM SEMEADURA DIRETA DE SOJA EM CAMPO NATIVO<sup>1</sup>

MIGUEL VICENTE WEISS FERRI<sup>2</sup>, FLÁVIO LUIZ FOLETTTO ELTZ<sup>3</sup>

**RESUMO** – Objetivando avaliar o efeito do herbicida glyphosate, isolado ou em mistura com 2,4-D éster, sobre os organismos que compõem a mesofauna do solo, entre os quais ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros, em campo nativo, com soja em semeadura direta, foi conduzido um experimento na Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, no ano agrícola de 1995/96. Avaliaram-se tratamentos com glyphosate nas doses de 360, 720 e 1080 g/ha e.a., isoladas ou em mistura com 200 g/ha de 2,4-D, aplicados em dois volumes de calda (50 ou 200 l/ha), além de uma testemunha sem controle. Os resultados do experimento indicam que as populações de ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros não foram afetadas pelo herbicida glyphosate, independente da dose testada ou da mistura com 2,4-D; porém, foram diminuídas pela ocorrência de estiagem após a aplicação dos tratamentos.

*Palavras-chave:* plantio direto, herbicida, pastagem nativa, fauna do solo

## INFLUENCE OF GLYPHOSATE, ALONE OR IN MIXTURE WITH 2,4-D ESTER, ON NATIVE PASTURE SOIL MESOFAUNA WITH NO-TILL SOYBEANS

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the effect of the herbicide glyphosate, applied alone or in mixture with 2,4-D ester, on a native pasture soil mesofauna, such as Acarina, Collembola, Coleoptera and Hymenoptera, with no-till soybeans. The experiment was carried out at Universidade Federal de Santa Maria, RS/Brazil, in 1995/96. The following treatments were evaluated: glyphosate at 360, 720 and 1080 g/ha e. a., alone or mixed with 200 g/ha of 2,4-D ester, sprayed in two volumes (50 and 200 l/ha), and an unsprayed control. The results indicate that the mesofauna populations were not affected by the use of glyphosate at all doses, alone or in mixture with 2,4-D, although a decrease in the populations was observed due to a drought period after the treatments.

*Key words:* no-tillage, herbicide, grassland, soil fauna

## INTRODUÇÃO

A distribuição e a permanência dos artrópodes no solo varia com a disponibilidade de alimento, umidade, espaço poroso, teor de oxigênio, temperatura, inundação, tipos e manejo de culturas, agrotóxicos utilizados, teor de matéria orgânica, sistemas de cultivo, predação, hábito alimentar, entre outros (BUTCHER et al., 1971).

As gramíneas perenes são de grande importância para a fauna do solo, pois a cobertura vegetal propicia abrigo para muitas espécies da mesofauna que vivem em habitats epiedáficos, além de apresentar uma grande biomassa radicular que, junto com a cobertura vegetal, servem de alimento aos artrópodes do solo (STEEN, 1983). O cultivo causa declínio na abundância e diversidade da fauna do solo, em comparação com ecossistemas não cultivados. Práticas, como o cultivo mínimo e a semeadura direta, geralmente comportam populações maiores de artrópodes edáficos que a semeadura convencional, devido ao menor distúrbio mecânico ao habitat, mudanças menos drásticas de temperatura e umidade e distribuição de resíduos na superfície do solo. A semeadura direta, por manter os resíduos vegetais na superfície, por a estrutura do solo permanecer inalterada e pela menor variação de umidade e temperatura, imita os ecossistemas naturais, tornando-se um habitat favorável à mesofauna do solo (PERDUE e CROSSLEY JR., 1989).

KLIRONOMOS e KENDRICK (1995) salientam que a temperatura e a umidade são variáveis importantes para a estrutura das comunidades que compõem a fauna do solo, sendo que cada espécie tem sua temperatura e umidade ótimas, para distribuição e permanência no ambiente (BUTCHER et al., 1971), onde, por exemplo, os ácaros e colêmbolos são sensíveis à baixa umidade do solo e à alta temperatura.

Os coleópteros, apesar de, em certos casos, serem considerados insetos-praga, principalmente os da família Scarabaeidae, apresentam características desejáveis à agricultura, como transporte de resíduos às camadas mais profundas do solo e abertura de galerias, o que melhora a estrutura e facilita a infiltração de água e raízes (RAW, 1971; GASSEN, 1993). Os himenópteros, usualmente, dominam a biomassa dos insetos do solo e, provavelmente, são os que mais afetam a sua estrutura (LEE e FOSTER 1992). Para BERRY (1994), a estrutura do solo é afetada pelas formigas, através da pedoperturbação, devido à construção dos montículos de solo, dos ninhos e do sistema de galerias.

Os herbicidas podem afetar diretamente os componentes da mesofauna, se forem tóxicos, ou indiretamente, através de seus efeitos sobre a vegetação (EDWARDS e STAFFORD, 1979). A influência dos herbicidas sobre a mesofauna varia com o grupo químico, dosagem, persistência, número de pulverizações, efeito sobre a vegetação e condições climáticas

1. Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre junto ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

2. Eng. Agr., M.Sc. - Caixa Postal 138, 85550-000 Coronel Vivida, PR.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Professor Titular, Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS.

Recebido para publicação em 21/07/1997.

(POPOVICI et al., 1977; EIJSACKERS e BUND, 1980; SUBAGJA e SNIDER, 1981).

Luz, umidade, temperatura, concentração de alimento, textura e estrutura afetam a distribuição vertical e horizontal da fauna do solo (USHER, 1971; WHELAN, 1985; KLIRONOMOS e KENDRICK, 1995). A contínua mudança no padrão de distribuição horizontal e vertical da fauna do solo, devido às flutuações diurnas e sazonais, pode alterar a probabilidade de contato com os herbicidas pulverizados (EIJSACKERS e BUND, 1980).

FOX (1964) e PRASSE (1978) indicam que o 2,4-D - Amina, aplicado sobre gramíneas, não afetou a população de colêmbolos e ácaros. Em trabalhos realizados em laboratório e a campo, IL'IN (1969) concluiu que o 2,4-D - Amina, em doses normais de uso, não foi tóxico aos himenópteros (formigas). Ao avaliar o efeito de dois dessecantes, entre eles o glyphosate, sobre a mesofauna em semeadura direta, SOUZA et al. (1995) observaram que não houve diferença em relação à testemunha sem herbicida, para o número de ácaros, colêmbolos e coleópteros, demonstrando efeito não tóxico deste herbicida sobre esses organismos.

Poucos são os trabalhos que indicam o efeito dos herbicidas glyphosate e 2,4-D sobre os organismos que compõem a mesofauna do solo, entre os quais ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito destes herbicidas sobre os componentes da mesofauna do solo.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no ano agrícola de 1995/96, numa área de campo nativo pertencente a Universidade Federal de Santa Maria, em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo. Os tratamentos constaram de doses do herbicida glyphosate a 360, 720 e 1080 g/ha de equivalente ácido, isolado ou misturado com 200 g/ha de equivalente ácido do herbicida 2,4-D - éster, e foram aplicados em dois volumes de calda: 50 e 200 l/ha, além de testemunha sem controle. A aplicação dos herbicidas ocorreu em 30/10/95, com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, munido de cinco pontas distanciadas em 0,50 m, em forma de leque, tipo XR Teejet 110.01 VS à pressão constante de 15 lb/pol<sup>2</sup> e XR Teejet 110.03 à pressão de 35 lb/pol<sup>2</sup>, para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha, respectivamente. A temperatura média, durante a aplicação, foi de 17 °C; a umidade relativa do ar, 73 %, e a velocidade média do vento, 9 km/h. As precipitações pluviométricas, próximo da aplicação, foram de 63 mm, dois dias antes, e 10

mm, dez dias após a aspersão dos herbicidas. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com esquema trifatorial, arranjados em parcelas sub-subdivididas no tempo, com 4 repetições. As parcelas mediram 2,5 m x 12 m, as subparcelas 2,5 m x 6 m e as sub-subparcelas foram as épocas de coletas. A população da mesofauna coletada foi submetida à transformação arco seno  $\sqrt{X/100}$  para análise de variância. O efeito dos tratamentos sobre a mesofauna foi determinado com auxílio de uma armadilha de Tretzel (TRETZEL, 1952), instalada no interior de cada subparcela. A armadilha constituiu-se de um frasco de vidro (6,5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento), contendo 100 ml de água com formol a 2%, enterrado no solo, de modo que seus bordos ficassem ao nível da superfície do solo e protegido com telha francesa. Foram realizadas seis coletas: a primeira 7 dias antes e as demais 7, 14, 21, 28 e 43 dias após aplicação dos herbicidas. Cada coleta correspondeu a sete dias de permanência das armadilhas no solo. Após cada coleta, procedeu-se à identificação e contagem dos organismos em laboratório.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia adotada, com objetivo de avaliar o efeito do herbicida glyphosate, aplicado isolado ou em mistura com o 2,4-D, sobre a mesofauna do solo, permitiu amostrar cinco classes de organismos (Insecta, Arachnida, Diplopoda, Crustacea e Chilopoda) agrupadas em onze ordens (Colembola, Orthoptera, Coleóptera, Himenóptera, Díptera, Isoptera, Homoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Acarina e Araneae).

A Tabela 1 contém os resultados da análise estatística para ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros. Houve efeito significativo da época de coleta para todos os organismos, da interação herbicida x volume de calda para colêmbolos e himenópteros, além da interação volume de calda x época de coleta e efeito individual do volume de calda para himenópteros.

Os ácaros foram a segunda população entre os organismos estudados, com média de 49 ácaros/armadilha/coleta, num total de 16 604 ácaros coletados (Tabela 1). A análise dos dados indicou que a população de ácaros variou no tempo (épocas de coleta) e como não ocorreu interação entre época de coleta, herbicidas e volume de calda, esta variação deve-se a qualquer outro fator, como condições meteorológicas durante o período de coleta (Tabela 1). O efeito não tóxico do 2,4-D sobre os ácaros é confirmado por FOX (1964) e PRASSE (1978), enquanto que o efeito não tóxico do glyphosate é confirmado por SOUZA et al. (1995).

**TABELA 1** – Quadrados médios, médias, número total de indivíduos coletados e coeficiente de variação das variáveis ácaros, colêmbolos coleópteros e himenópteros

Causas de variação	Variáveis			
	Ácaros	Colêmbolos	Coleópteros	Himenópteros
Bloco	25,97 ns	53,49 ns	7,72 ns	8,11 ns
Herbicidas	8,75 ns	14,22 ns	0,68 ns	4,46 ns

DIRETA DE SOJA EM CAMPO NATIVO				
Erro A	6,16	12,32	0,68	2,75
Volume de calda	4,28 ns	11,32 ns	0,04 ns	19,54 *
Herbicidas x Vol. de calda	2,09 ns	10,42 *	1,51 ns	7,16 *
Erro C	5,99	3,86	0,76	1,70
Época de coleta	207,42 *	165,76 *	20,35 *	43,84 *
Herbicidas x Época de coleta	2,53 ns	5,32 ns	0,89 ns	1,71 ns
Vol.de calda x Época de col.	2,56 ns	3,03 ns	0,59 ns	6,33 *
Herb. x Vol. de calda x Época de coleta	2,52 ns	4,90 ns	0,55 ns	3,54 ns
Erro D	3,03	5,98	0,60	2,63
Média	49,0	73,0	4,0	38,0
Número total de indivíduos	16.604	24.373	1.406	12.875
Coefficiente de variação (%)	26,41	30,82	46,78	27,47

\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

A população de ácaros apresentou comportamento semelhante entre os tratamentos, em todas as épocas de coleta, com redução acentuada no número de indivíduos aos 14 dias, seguido de aumento aos 21 dias e, novamente, redução até 43 dias após a aplicação dos herbicidas (Figura 1), indicando que a variação na população seja devido as condições meteorológicas du-

rante as coletas. A ocorrência de estiagem (Figura 2), com efeito acentuado sobre a umidade do solo, principalmente a partir de 35-40 dias da aplicação dos herbicidas, pode ter reduzido a população de ácaros, visto que estes organismos são afetados pela baixa umidade do solo, conforme indicado por BUTCHER et al. (1971).

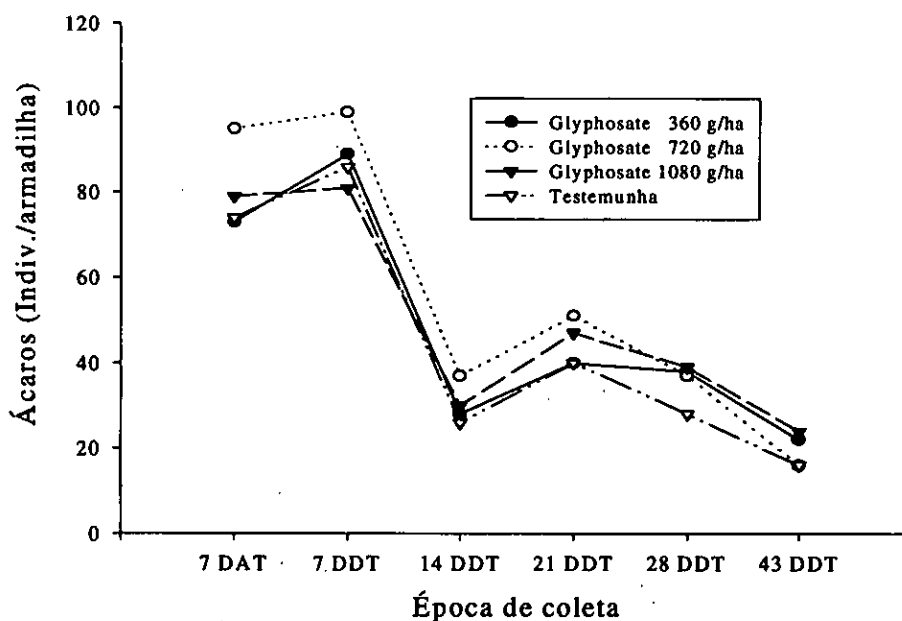


FIGURA 1 - Flutuação populacional de ácaros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

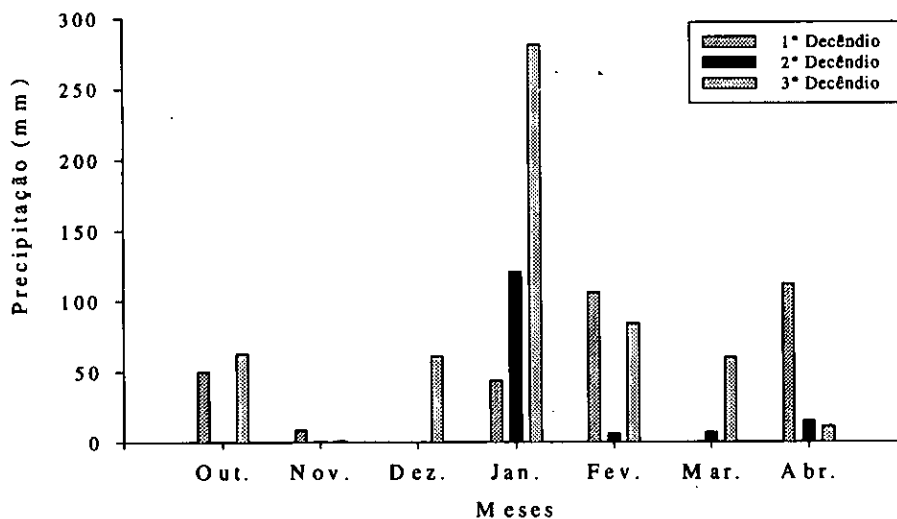


FIGURA 2 – Precipitação pluviométrica (mm) por decênio, ocorrida de outubro de 1995 a abril de 1996. Estação Meteorológica, UFSM, Santa Maria, RS

Os colêmbolos apresentaram a maior população entre os organismos estudados, com média de 73 indivíduos/armadilha/coleta, totalizando 24 373 indivíduos (Tabela 1). A análise estatística acusou que o glyphosate, independente da dose ou da mistura com 2,4-D, não afetou os colêmbolos. Igual conclusão obtiveram FOX (1964) e PRASSE (1978), para o 2,4-D, e SOUZA et al. (1995) para o glyphosate. A interação herbicida x volume de calda (Tabela 1) indica que os herbicidas apresentaram comportamento diferente nos volumes de calda de 50 e 200 l/ha.

A Figura 3 demonstra variação na resposta às doses do glyphosate utilizadas, onde o glyphosate, a 360 g/ha, apresentou aumento na população de colêmbolos, quando aplicado nos volumes de calda de 200 l/ha, e diminuição no volume de calda de 50

l/ha. Quando o glyphosate foi aplicado na dose de 720 g/ha, ocorreu diminuição na população de colêmbolos em ambos volumes de calda, para as coletas aos 7 e 14 dias após a aplicação dos herbicidas, enquanto que a 1080 g/ha ocorreu aumento em ambos os volumes de calda. Nas demais épocas de coleta o comportamento da população de colêmbolos foi semelhante para a maioria dos tratamentos, com redução acentuada aos 14 e 43 dias da aplicação. A flutuação populacional, observada nos volumes de calda de 50 e 200 l/ha (Figura 3), não confirma um possível efeito do aumento da concentração do Glyphosate, quando aplicado no volume de calda de 50 l/ha, visto que o glyphosate, a 1080 g/ha, mesmo quando aplicado em 50 l/ha, não reduziu a população de colêmbolos.

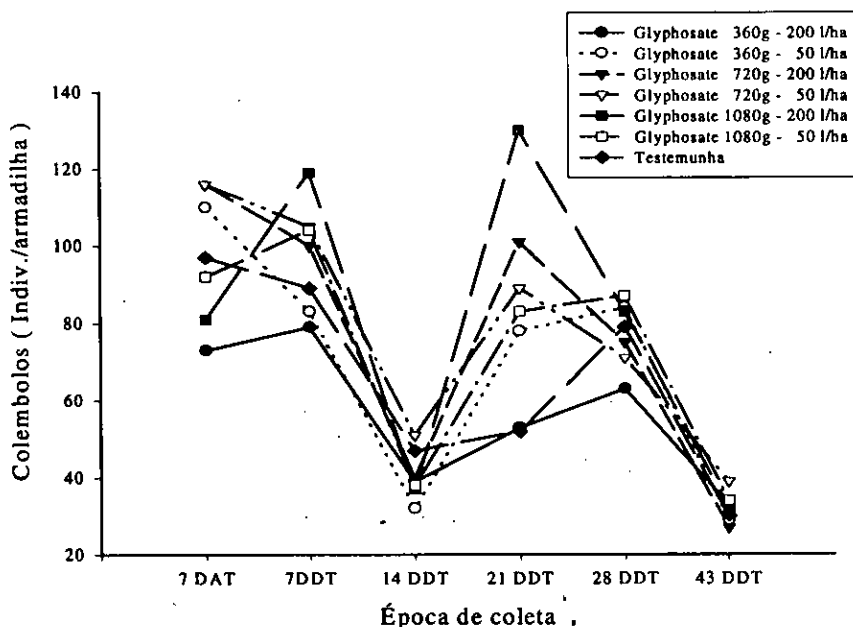


FIGURA 3 – Flutuação populacional de colêmbolos em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha

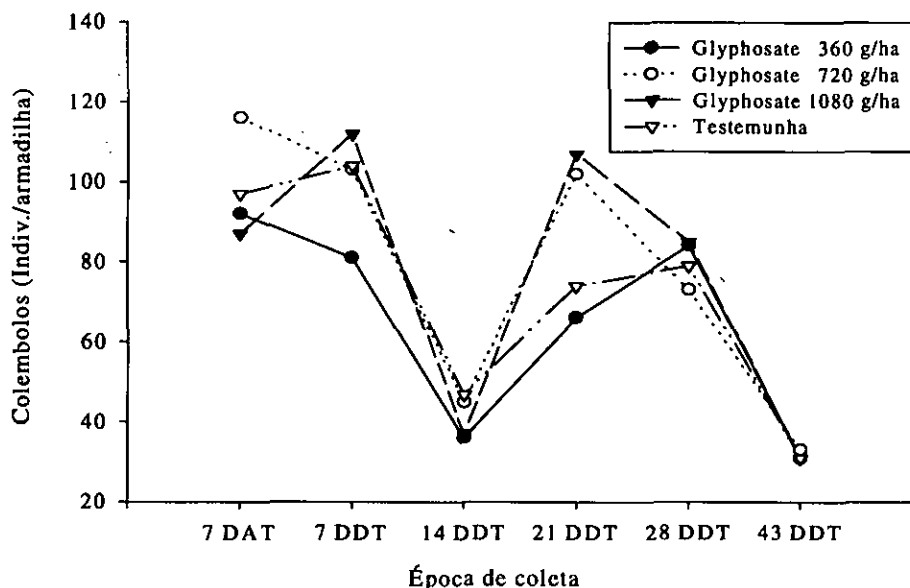


FIGURA 4 - Flutuação populacional de colêmbolos em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

A comparação das Figuras 3 e 4 demonstra comportamento semelhante da população de colêmbolos nas épocas de coleta, tanto para o efeito dos herbicidas (Figura 4), quanto para os volumes de calda (Figura 3), indicando que a variação na população de colêmbolos pode ser devido às condições meteorológicas no período de coleta.

O efeito da época de coleta indica que as condições meteorológicas pode ser a causa da variação na população de colêmbolos. Com exceção do glyphosate a 360 e 720 g/ha, que reduziu a população nos

primeiros sete dias após a aplicação, o comportamento da população de colêmbolos, foi semelhante em todos os tratamentos. Houve redução acentuada no número de indivíduos aos 14 dias, seguido de aumento aos 21 e 28 dias e redução aos 43 dias da aplicação. Isto indica que a estiagem, com seus efeitos sobre a umidade do solo, principalmente após 35 e 40 dias da pulverização (Figura 2), pode ter afetado a população de colêmbolos (Figura 4), pois estes insetos são sensíveis à baixa umidade do solo, conforme BUTCHER et al. (1971).

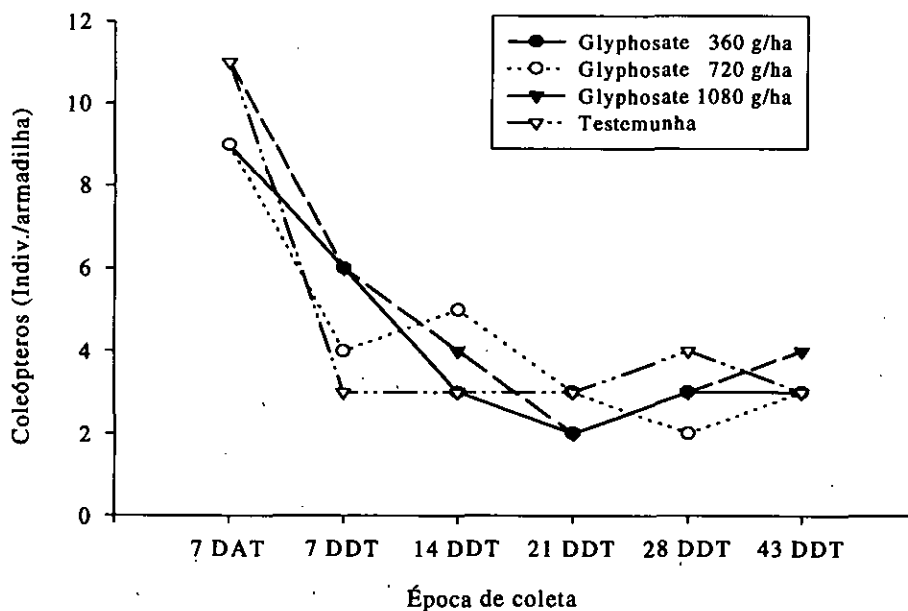
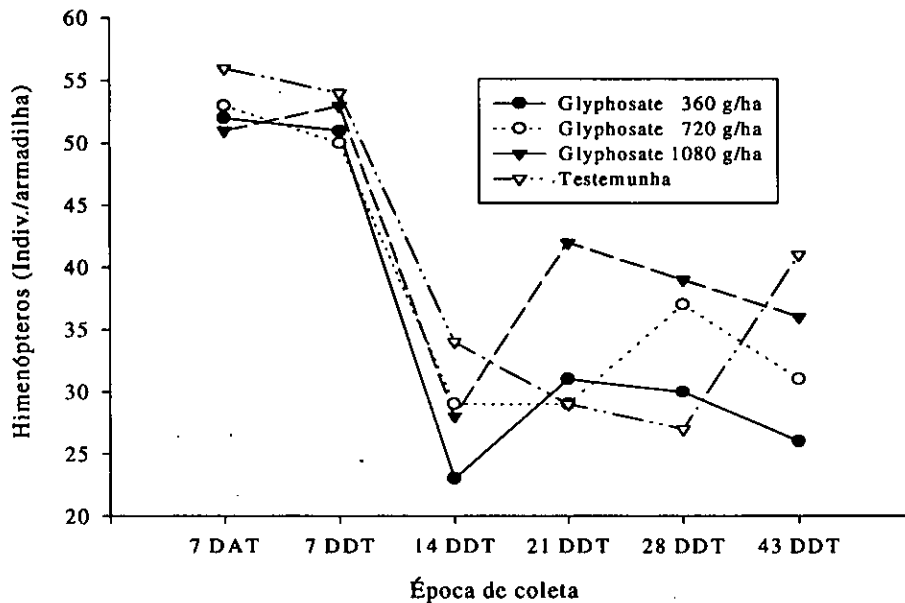


FIGURA 5 - Flutuação populacional de coleópteros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

A média de coleópteros coletados foi de 4 indivíduos/armadilha/coleta, totalizando 1406 indivíduos (Tabela 1). O efeito significativo, apenas da época de coleta, indica que independente da dose, mistura com o 2,4-D ou volume de calda, a aplicação do glyphosate sobre o campo nativo não exerceu influência negativa sobre os coleópteros nele existentes, indicando que as variações na população devem-se às condições climáticas no período de coleta (Figura

2). O efeito não tóxico do glyphosate sobre os coleópteros também foi observado por SOUZA et al. (1995).

O comportamento dos coleópteros nas diferentes épocas de coleta foi semelhante na maioria dos tratamentos, com estabilização e redução na população à medida que se intensificou a estiagem, indicando que as condições meteorológicas podem ter afetado os coleópteros (Figura 5).



**FIGURA 6** – Flutuação populacional de himenópteros em campo nativo, dias antes dos tratamentos (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

Os himenópteros, com 12.875 indivíduos e média de 38 indivíduos/armadilha/coleta, foram o terceiro grupo em número coletado. A análise estatística (Tabela 1) demonstrou que o glyphosate, em suas diferentes doses não afetou os himenópteros, mesmo quando misturado ao 2,4-D. O efeito não tóxico do 2,4-D sobre os himenópteros é confirmado por IL'IN (1969).

Como nos grupos anteriores, a população de himenópteros variou nas diferentes épocas de coleta, indicando que as condições meteorológicas (Figura 2) podem ter influenciado no comportamento desses organismos. A população de himenópteros variou nas épocas de coleta (Figura 6), com redução no número de indivíduos aos 14 e 43 dias, para todos os trata-

mentos com herbicida. A maior população de himenópteros, na testemunha sem herbicida (Figura 6), observada na avaliação aos 43 dias da aplicação dos tratamentos, provavelmente deve-se aos efeitos dos herbicidas sobre a vegetação do campo nativo, visto que as condições ambientais foram as mesmas em todos os tratamentos.

Apesar da interação época de coleta e volume de calda (Tabela 1), a análise do comportamento da população de himenópteros nas diferentes épocas de coleta (Figura 7), não permite separar com segurança os efeitos do volume de calda sobre a população de himenópteros. Desta forma, sugere-se novos estudos para comprovar o efeito do volume de calda sobre a população desses organismos.

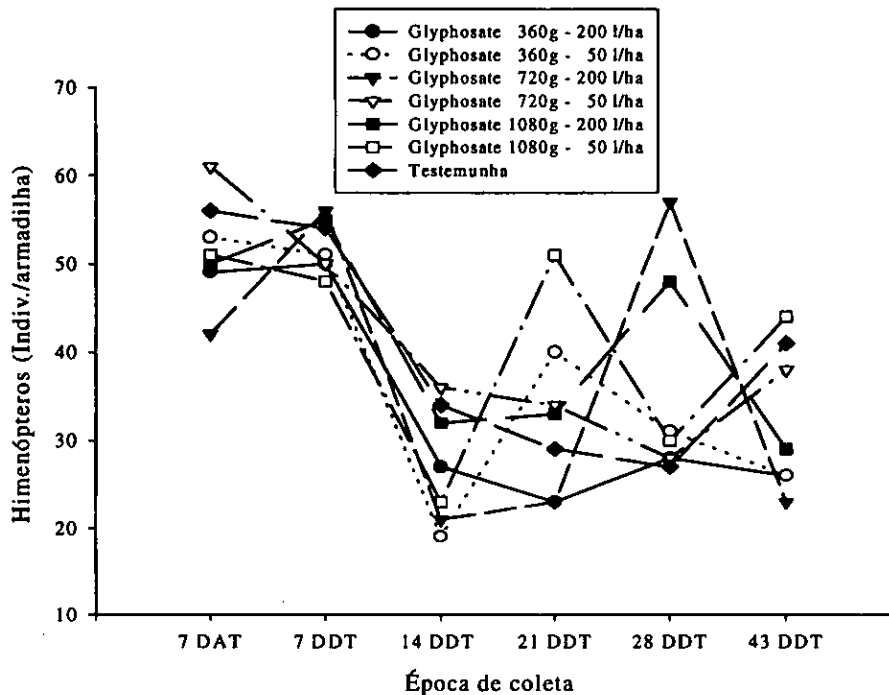


FIGURA 7 – Flutuação populacional de himenópteros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha

## CONCLUSÕES

Os dados, analisados e discutidos neste trabalho, permitem concluir que o glyphosate, a 360, 720 e 1080 g/ha, não afetou as populações de ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros em nenhuma das épocas de coleta, independente de estar ou não misturado a 200 g/ha de 2,4-D. Houve aumento nas populações de colêmbolos e himenópteros, quando os volumes de calda aumentaram de 50 para 200 l/ha, até 7 dias após a aplicação dos tratamentos. A estiagem, ocorrida após a aplicação dos tratamentos, diminuiu a população dos organismos estudados.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERRY, E. C. Earthworms and other fauna in the soil. In: HATFIELD J. L.; STEWART, B. A. (Eds.) *Soil biology: effects on soil quality. Advance in Soil Science*, London, p.61-90, 1994.
- BUTCHER, J. W.; SNIDER, R., SNIDER, R. J. Bioecology of edaphic collembola and acarina. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.16, p.249-288, 1971.
- EDWARDS, C. A., STAFFORD, C. J. Interaction between herbicides and soil fauna. *Annual of Applied Biology*, Wellesbourne, v.91, p.132-137, 1979.
- EIJSSACKERS, H.; BUND, C.F. van de. Effects on soil fauna In: HANCE, R.J. (Ed.) *Interactions between herbicides and the soil*. London: Academic Press, 1980. p.255-305.
- FOX, C. J. S. The effects of five herbicides on the number of certain invertebrate animals in grassland soil. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.44 p.405-409, 1964.
- GASSEN, D. N. O manejo de pragas no sistema semeadura direta. In: *SEMEADURA DIRETA NO BRASIL*. Pas-

- so Fundo: Aldeia Norte; EMBRAPA/CNPT; FECOTRIGO/FUNDACEP; Fundação ABC, 1993. p.61-75.
- IL'IN, A. M. Toxicity of herbicides towards ants and earthworms. *Zool. Zh.*, Moscou, v.48, p.141-143, 1969.
- KLIRONOMOS, J. N.; KENDRICK, B. Relationships among microarthropods, fungi, and their environment. *Plant and Soil*, The Hague, v.170, n.1. p.209-231, 1995.
- LEE, K. E.; FOSTER, R. C. Soil fauna and soil structure. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.29, p.745-746, 1992.
- PERDUE, J. C.; CROSSLEY Jr, D. A. Seasonal abundance on soil mites (Acari) in experimental agroecosystems: effects of drought in no-tillage and conventional tillage. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.15, p.117-124, 1989.
- POPOVICI, I.; STAN, G.; STEFAN, V. et al. The influence of atrazine on soil fauna. *Pedobiologia*, Jena, v.17, p.209-215, 1977.
- PRASSE, I. Indications of structural changes in the communities of microarthropods of the soil in an agroecosystem after applying herbicides. *Agricultural Ecosystem and Environmental*, Amsterdam, v.13, p.205-215, 1978.
- RAW, F. Artrópodos ( excepto Ácaros y Colémbolos). In: BURGESS, A.; RAW, F. (Eds.) *Biología del suelo*. Barcelona: Omega, 1971, p.379-423.
- SOUZA, R. O. de.; ANTONIOLI, Z. I.; DORNELLES, S. H. B. Influência de dois dessecantes aplicados na aveia preta sobre a mesofauna em semeadura direta. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS*, 20., 1995, Florianópolis. *Resumos ... Florianópolis*: S.B.C.P.D, 1995. p.456.
- STEEN, E. Soil animals in relation to agricultural practices and soil productivity. *Swedish Journal of Agricultural Research*, Stockholm, v.13. p.157-165, 1983.

- SUBAGJA, J.; SNIDER, R. J. The side effects of herbicides atrazine and paraquat upon *Folsomia candida* and *Tullbergia granulata* (Insecta, Colembola). *Pedobiologia*, Jena, v.22, p.141-152, 1981.
- TRETZEL, E. Technik und bedeutung des fallenfanges für oekologische untersuchungen. *Zoology Anz.*, Jena, v.155, p.276-287, 1952.
- USHER, M. B. Seasonal and vertical distribution of population of soil arthropods: Mesostigmata. *Pedobiologia*, Jena, v.22 p.43-49, 1971.
- WHELAN, J. Seasonal fluctuations and vertical distribution of the acarine fauna of three grassland sites. *Pedobiologia*, Jena, v.28, p.191-201, 1985.